

625
n-93

ЛЮБИМОВ, Л., ИНЖЕНЕР.

ПУЧИНЫ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ и МЕРЫ К ИХ УСТРАНЕНИЮ.

2-е издание.



ПО ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.
МОСКВА. — 1922.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

КНИЖНЫЕ МАГАЗИНЫ:

МОСКВА.

1) Маросейка, 7, тел. 2-56-34.

2) Петровка, 10, тел. 1-95-34.

|| ПЕТРОГРАД.

№ 1. Разъезжая, 10.

РАБОЧАЯ БИБЛИОТЕКА.

(Названия без звездочки — имеются в продаже; названия с звездочкой — находятся в печати).

№ I. Лесное и деревообделочное дело.

Песецкий, Н., инж. Механическое производство бочек. М. 1921 г. 64 стр. 43 рис. Ц. 40 к.

№ II. Электрическая промышленность.

Кинцбруннер, К. Болезни электрич. машин. М. 1922 г. 104 стр. 16 рис. Ц. 50 к.

Озмидов, Н. М., проф. Определение сечений электрич. проводов по формулам, таблицам и графикам (прилож. граф.). М. 1922 г. 32 стр. 56 рис. Ц. 40 к.

Правила безопасности и правила устройства для электротехнических сооружений сильных токов. II. 1921 г. 45 стр. Ц. 35 к.

Рабчинский, И. В. Электромонтер. Правила установок. II. 1921 г. 206 стр. 142 рис. Ц. 140 к.

Шульц, Э. Болезни электрич. машин. Берлин. 1920 г. 106 стр. 44 рис. Ц. 65 к.

Александров, В. А.* Практические работы по электротехнике.

Вейкерт.* Расчет сечений электрич. проводов.

Власов, И. Д.* Краткий курс электротехники.

Гайсберг, С.* Справочник для установщиков электрического освещения.

Гризбек, Л.* Устройство линий электропередач.

Поль, Г.* Монтаж электрических установок.

№ III. Строительное дело.

Гнедовский, В. И., инж. Строительные материалы (строитель). М. 1922 г. 295 стр. 81 рис. Ц. 1 р. 80 к.

№ IV. Металлическая промышленность.

Иванов, Н. Ручная обработка метал. М. 1921 г. 123 стр. 135 рис. Ц. 65 к.

О'Бриен. Как работать на токарном станке. М. 1919 г. 88 стр. 77 рис. Ц. 50 к.

Журнал „Вестник Металлиста“ №№ 1, 2 и 3. М. 1922 г. 32 стр. с рис. Ц. по 30 к.

Швайсгуб, П.* Из практики штампования.

Бетман, Г.* Калькуляция и расчет рабоч. времени в машиностроении.

№ V. Металлургическая промышленность.

Озан, Б., и Эислен, Я., проф. Литейщик. Лаборатория чугуно-литейного завода. М. 1921 г. 92 стр. 55 рис. Ц. 60 к.

№ VI. Химическая промышленность.

Боттлер, М., проф. Производство лаков и олифы. М. 1922 г. 133 стр. 29 рис. Ц. 1 р. 10 к.

Егоркин, Н. И., инж. Крашение и отделка овчин. М. 1922 г. 88 стр. 7 рис. Ц. 60 к.

Киселев, В. С. Приготовление олифы и сиккативов. М. 1922 г. 92 стр. 8 рис. Ц. 85 к.

Киселев, В. С. Производство масел для обуви, ваксы и аппретур. М. 1922 г. 35 стр. Ц. 30 к.

Тиле.* Клеяварное производство.

№ VII. Железнодорожное дело.

Голубев, А. А. Тормаз Вестингауза. М. 1922 г. 100 стр. 8 табл. Ц. 1 р. 25 к.

Любиков, Л. Н., инж. Наставления к производству осенних, весенних и летних работ. М. 1922 г. 124 стр. 81 рис. Ц. 1 р. 20 к.

Любиков, Л. Н., инж. Путины на жел. дорогах. М. 1922 г.

Голубев, А. А.* Руководство жел.-дор. машиниста в 2 ч.

У 625-
Л-93

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Р. С. Ф. С. Р.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ В. С. Н. Х.

А. Серия 2

РАБОЧАЯ БИБЛИОТЕКА

№ VIII—4

Л. ЛЮБИМОВ, инженер.

1815
Информационный
Институт в Мн
29

ПУЧИНЫ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ и МЕРЫ К ИХ УСТРАНЕНИЮ.

2-е издание



проверено
1903 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва — 1922

И

В. С. Н. Х.

ИЗДАТЕЛЬСТВО В. С. Н. Х.

1917

ПЯТИЦКАЯ

1-я

ПЯТИЦКАЯ

ПЯТИЦКАЯ

НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

МЕТРЫ И ИХ УСТАНОВЛЕНИЕ

2-я



Главлит. № 292. Москва.

Напеч. 3000 экз.

1-я Образцовая типография, М. С. Н. Х., Москва, Пятницкая, 71.

ВВЕДЕНИЕ.

Одним из самых жгучих вопросов в русском железнодорожном хозяйстве является, после борьбы со снежными заносами, бесспорно изыскание мер к устранению *пучин*. В этом отношении наши железные дороги находятся несомненно в гораздо худших условиях, нежели заграничные, так как западная Европа как по геологическому своему строению, так и по более умеренным климатическим условиям не дает столь благодарной почвы для развития пучин, как Россия, существенно отличающаяся в том и другом отношении от прочей части Европы. Можно без преувеличения сказать, что 95% всех наших железных дорог в большей или меньшей степени приходится считаться с этим злом, так как, по собранным Главною Инспекциею железных дорог сведениям ¹⁾, по всей России есть только 3 дороги: Баскунчакская, Владикавказская и Фастовский участок Юго-Западных дорог, на которых нет совсем пучин. На всех же прочих дорогах насчитывается более миллиона саженей пучин. Цифру эту следует считать не преувеличенной, а даже скорее ниже действительности. Процент протяжения пучинистых мест, падающих на отдельные дороги, достигает, как оказывается, для некоторых из них до 27% ²⁾ общего протяжения! Процент же пучинистых верст на отдельных участках таковых достигает иногда цифры 75% — 90%, как, например, на 4 участке Московско-Курской ж. дор., где из 73 верст общего протяжения — 58 верст с пучинами, а на 8 участке Московско-Нижегородской ж. дор. — из 64 верст только 4 версты без пучин.

Само собою разумеется, что и расходы как по поддержанию пути в пучинистых местах в исправном состоянии, так и по полному устранению пучин — достигают весьма значительных цифр: так, например,

за период с 1906 по 1915 г. израсходовано было на Николаевской дороге:

1906 г.	1907 г.	1908 г.	1909 г.	1910 г.	1911 г.	1912 г.	1913 г.	1914 г.	1915 г.	Всего
68.707	98.173	154.475	123.584	160.607	115.339	129.270	100.479	120.401	113.416	1.184.455 р. или в среднем по 118.446 р. в год.

¹⁾ „Записка о пучинистых местах в полотне жел. дорог.“ XIII Совещательный Съезд Инженеров Службы Пути 1895 г.

²⁾ Орловско-Витебская дорога.

В виду существенного влияния пучин на исправное состояние пути, понятно, крайне желательно, чтобы на борьбу с ними было бы обращено должное внимание, при чем, во избежание бесполезных затрат, следовало бы вести все работы, по возможности, по строго и всесторонне обдуманному плану, не приступая к работе наугад, так как такого рода попытки «ощупью» ведут только в весьма редких случаях к сколько-нибудь удовлетворительным результатам. Мало того, даже сами по себе весьма целесообразные способы часто не достигали своей цели на деле лишь потому только, что производились без всяких предварительных изысканий и обсуждений: *может ли* по местным условиям с успехом быть применен тот или другой способ или нет.

Попыткою к постановке вопроса о борьбе с пучинами на возможно правильную почву является и настоящий наш скромный труд, в который мы постарались, по возможности, собрать все данные по рассматриваемому вопросу, добытые русскими инженерами, занимавшимися исследованием пучин, а также и внести лично нашу небольшую лепту. В настоящее 2-е издание внесено несколько дополнительных статей (напр., «Вспучивание деревянных мостов», «графики пучин» и др.)

Пучины на железных дорогах и меры к их устранению.

§ 1. Пучиною (foisonnement, Aufquellung или Frostbeule) называется на железнодорожном языке местное поднятие полотна, зависящее от присутствия под ним, в пределах промерзания, насыщенных водою грунтов и вызывающее зимою и в начале весны такого рода неправильности в положении верхнего строения железнодорожного пути, которые нарушают спокойствие и безопасность движения поездов.

§ 2. Разделение пучин. Железнодорожные пучины по характеру их проявления можно разделить на *коренные*, *верховые* и *мостовые*, при чем наиболее существенными являются пучины коренные, представляющие собою разнообразного вида *горбы*, высотой до 0.15—0.25 саж. (32—54, мм.), тогда как верховые пучины редко бывают больше 0.01—0.015 саж. (2—3 см.), а мостовые пучины являются сплошным, более или менее однообразным поднятием значительного протяжения (иногда нескольких верст) целой выемки, а, подчас, и невысокой насыпи, при чем устои мостов, лежащих на пути поднятия полотна, оставаясь неподвижными, оказываются, таким образом, ниже полотна. Отсюда и название «мостовая пучина».

Есть еще один вид железнодорожных пучин, свойственный лишь крайнему югу России—Закавказской жел. дороге: это *разбухание* грунта под путем, являющееся не последствием мороза, а вследствие проникания в глинисто-песчаный грунт значительного количества влаги в период зимних дождей.

Существенно отличными от железнодорожных пучин как по времени проявления, так и по характеру проявления—являются так назыв. «шоссейные» пучины. Первые появляются, как было упомянуто выше (§ 1), зимою и раннею весною, когда земля еще не оттаяла, и представляют собою повышение полотна; вторые же—позднею весною, когда щебеночная кора шоссе уже оттаяла, и представляют собою *размячение* этой коры, благодаря тому обстоятельству, что таковая, оттая раньше обочин, пропускает воду сверху до грунта под корою. При этом вода, не имея выхода, нарушает надлежащую связь и плотность щебеночной коры, благодаря чему такая легко прорезывается колесами.

Кроме вышеозначенного разделения пучин, таковые по своему влиянию на поднятие верхнего строения пути могут быть разделены еще на *прямые*, т.е. такие повышения, при которых равномерно

поднимаются обе колеи пути, и *перекосные*, где горб пучины имеет косое направление по отношению к обоим колеям, при чем хотя *обе* колеи поднимаются, но несимметрично. Есть, наконец, еще *однобокие* пучины: когда одна колея поднимается, а другая остается в нормальном положении.

§ 3. Время появления и исчезновения пучин. Пучины, говоря вообще, начинают появляться или, выражаясь техническим языком, «подниматься», в прямой зависимости от времени начала морозов в данной местности. Для средней полосы России время это—середина ноября.

Районы.	Наименование дорог.	Время появления пучин.	Время наибольшей высоты пучин.	Время осадки пучин.
Северный.	Сев.-Зап. ж. д. Балтийская линия . . .	Начало ноября.	Январь и февраль.	Конец мая и начало июня.
	Сев.-Зап. Варшавская линия (север. часть)	Середина ноября.	Февраль и март.	Конец мая.
	Николаевская	Начало ноября.	Январь и февраль.	Конец мая.
	Сев.-Зап. ж. д.: Виндаво - Рыбинская линия	Начало ноября.	Декабрь, январь, февраль.	Конец мая и начало июня.
	Северные дороги: Московско-Иррославско-Архангельская линия	Начало ноября.	Февраль и середина марта.	Конец мая и начало июня.
Средний.	Московско - Курская (сев. часть)	Середина ноября.	Январь и февраль.	Середина мая.
	Московско-Нижегородская	Начало ноября.	Декабрь, январь и февраль.	Конец мая и начало июня.
	Московско-Казанская	Середина ноября.	Январь и февраль.	Середина мая.
	Сызрано-Вяземская	Начало ноября.	Январь и февраль.	Конец мая и середина июня.
	Западные	Середина ноября.	Январь и февраль.	Апрель и середина мая.
	Сев. - Зап. Варшавская линия ¹⁾ (юж. часть)	Конец декабря.	Февраль и март.	Конец апреля.
Южный.	Екатерининская ²⁾	Декабрь.	Январь.	Середина февраля.
	Закавказская	Декабрь.	Январь.	Середина февраля.

¹⁾ Около Двинска.

²⁾ На участке Никитовка-Пантелеймоновка.

Впрочем существенное влияние оказывает в данном случае и то обстоятельство—наступили ли более или менее ощутительные морозы уже *после* выпадения снега или *до* него. В последнем случае пучины могут появляться и гораздо ранее. Рост пучин для той же средней полосы продолжается приблизительно до второй половины февраля, после чего они начинают *садиться*, т.-е. уменьшаться, при чем окончательная осадка их происходит в середине мая, а в случае поздней весны—в конце мая и даже первой половины июня. Наибольшая напряженность пучин в той же полосе падает на январь и первую половину февраля. В прилагаемой таблице приведены данные по этому вопросу для некоторых из наших железных дорог: на севере, в средней полосе и на юге России.

§ 4. Высота пучин колеблется в пределах от 0.001 (2 м.м.) до 0.01—0.015 сажени (2—3 см.) для верховых пучин, достигая для коренных пучин такой значительной величины, как 0.17 с. (36 см.) (Николаевская ж. д.), 0.20 с. (43 см.) (Оренбургский участок Ташкентской ж. д.) и даже 0.25 с. (54 см.) (Московско-Казанская ж. д.). За среднюю же максимальную цифру для большинства пучинистых дорог следует принять 0.06—0.08 сажени (13—17 см.).

§ 5. Географическое распространение пучин. По количеству пучин наши дороги могут быть разделены на три разряда: а) дороги, на которых, благодаря их географическому положению и отчасти составу почвы полотна, вовсе нет пучин; б) дороги, на которых хотя и есть пучины но в общем не на особо великом протяжении, и в) дороги, где пучины как по своему протяжению, так и по величине оказывают влияние не только на спокойствие, но и на безопасность хода поездов.

К дорогам *первой* группы (протяжение пучин=0) относятся: Баскунчакская, Владикавказская и Фастовская ветвь Юго-Западных дорог. *Вторую* группу (количество пучин до 5% общего протяжения линии) образуют: С.-Донецкая, Екатерининская, Закавказская, Киево-Воронежская, Курско-Харьково-Лозовской участок Южных дорог, Лозово-Севастопольский участок Южных дорог, Северные дороги, Муромская, Полесский участок Западных дорог, Самаро-Златоустовская, Харьковско-Николаевская линия Южных дорог, Юго-Восточные и Юго-Западные железные дороги.

К *третьему* разряду (протяжение пучин от 6% до 20%) принадлежат дороги: Балтийская линия Сев.-Зап. ж. д., Боровичская ветвь Николаевской ж. д., Двинско-Витебская линия Риги-Орловской ж. д., Либаво-Роменский участок Западных дорог, ж. д.—Московско-Курская, Московско-Нижегородская, Александровская, Московско-Казанская, Николаевская, Новоторжский участок Александровской ж. д., Орлово-Грязская линия Юго-Восточных железных дорог, Орлово-Витебская ж. д., Псковский участок Сев.-Зап. ж. д., Виндаво-Рыбинская линия Сев.-Зап. ж. д., Рязанско-Уральская, Сызрано-Вяземская, С.-Петербургско-Варшавская линия Сев.-Зап. ж. д., Пермская, Царскосельская и Финляндские участки Николаевской ж. д.

§ 6. Геологический характер грунтов, свойственных пучинам. Разведки и работы, произведенные на различных дорогах, коим при-
сущи пучины, показали, что основным грунтом, на котором появляются *коренные пучины*, следует считать почву из таких геологических на-

пластований, при которых водопроницаемый грунт залегает на грунте, не пропускающем воды при том условии, что воде из первого нет надлежащего стока. В этом случае Россия, как страна с характером равнины, поверхность которой, по крайней мере на ее большей части, покрыта валунными отложениями (которые отличаются именно вышеуказанного рода напластованиями), представляет особо благодарную почву для развития пучин, в отличие от Западной Европы, где преобладают горные породы с совершенно иным характером почвы.

Грунтами, благоприятствующими образованию пучин, являются прежде всего: хрящеватые водоносные пласты и, особенно, плывучий песок, так назыв. „*пльвун*“ или „*текун*“, залегающие на водонепроницаемом слое, например глине или скале. Пльвун состоит из крайне мелкого сероватого песку или совсем чистого или уже с весьма небольшою примесью глины¹⁾, в том и другом случае сильно насыщенного водою. По геологическому своему происхождению—это как бы крайняя степень измельчения кварцевых частиц разрушенных гранитных пород. Чем мельче этот песок, тем богаче он водою. Основная причина такого богатства кроется в том обстоятельстве, что песчинки его имеют почти совершенно правильную шарообразную форму, благодаря которой между ними остается большой запас свободного пространства, куда может впитываться вода. В этом одно из его существенных отличий от глины, частицы которой, кристаллизуясь в призмы, *плотно* прилегают одна к другой и не позволяют водосности проявлять свое действие. Пльвун настолько пластичен, что по наружному виду иногда до такой степени похож на серую глину, что весьма часто принимается за таковую. Вот почему весьма важно знать те отличительные признаки, по которым можно отличить его от глины.

Профессор Войслав дает нижеследующие признаки такого отличия:

I. Смоченный ком пльвуна *не издает* никакого запаха, тогда как глина имеет свой особый запах.

II. Пльвун *чертит* стекло—глина нет.

III. Пльвун *хрустит* на зубах—глина тянется.

IV. Разболтанный в стакане ком пльвуна немедленно опускается на дно стакана—глина же, как более легкая, плавает сравнительно долго в воде в виде мути.

Другими признаками пльвуна могут служить еще следующие:

V. Комок пльвуна, положенный на лист пропускной бумаги, *выделяет воду*, глина же нет.

VI. Пльвун замечательно *вязок*: если воткнуть в него кол, лом или лопату и т. п., то в скором времени опущенный предмет будет крайне трудно вытащить, так как он быстро засасывается пльвуном.

VII. Пльвун весьма значительно *расширяется* от мороза: расширяемость эта достигает до 50% первоначального объема и объясняется способностью пльвуна поглощать сравнительно весьма большое количество воды: в среднем до 300%. Кадку с пльвуном насыщенном водою, выставленную на мороз, непременно разорвет.

Следующий тип грунтов, на которых образуются коренные пучины, составляют попеременно чередующиеся слои глины разных сортов, а иногда и торфа с прослойками (жилами) водоносного песку, плитняк с прослойками водоносного песку и, наконец, торфянистый грунт на непроницаемом для воды пласте глины или скале.

¹⁾ Около 40%.

Расположение такого рода смешанных напластований чрезвычайно разнообразно; примерами могут служить нижеследующие сочетания:

1) Выемка 58 версты Московско-Нижегородской ж. д.: торф, мелкий белый песок, серый плавун с комьями желтой глины. Синяя плотная глина (черт. 1).

2) Выемка 38 версты Московско-Нижегородской ж. д.: торф, илистый песок с ржавчиной, плавун, серая плотная глина (черт. 2).

3) Выемка 59 версты Московско-Нижегородской ж. д.: торф, илистый песок, тонкий слой торфа, серая плотная глина (черт. 3).

4) Выемка 197 версты Московско-Курской ж. д.: серая плотная глина, плавун, зеленовато-синяя плотная глина (черт. 4).

5) Выемка 240 верты Московско-Курской ж. д.: желтая глина скамьями, скала с прослойками водоносного песку, плотная скала (черт. 5).

6) Сызрано-Вяземская ж. д.: чернозем, желтая глина с примесью песку, черная глина с примесью песку (черт. 6).

7) Балтийская ж. д.: торф на скале (черт. 7).

8) Сызрано-Вяземская ж. д.: чернозем, суглинок, глина с водоносными прослойками и мешками (черт. 8), налитанными водою.

В сущности же все вышеперечисленные сочетания сводятся к одной основной схеме: водопроницаемая или водоносная поверхность расположена на непроницаемой для воды основе.

§ 7. Определение притока воды в плавуне. Из предыдущего видно, что основным деятелем в пучинистых грунтах является несомненно водопроницаемый и, главным образом, водоносный грунт. В каждом водоносном грунте имеется одна или несколько водоносных жил или водотоков, насыщающих его водою. Такие жилы идут или параллельно полотну дороги, или перпендикулярно или же, наконец, под некоторым углом. Направление и число жил лучше всего можно видеть зимою, так как над ними именно и бывает больше всего вступлен путь. В поперечном сечении жила имеет большею частью вид глинистого или скалистого желоба, заполненного плавуну. Иногда бывает весьма важно знать приток воды по такой жиле. Это можно определить следующим образом: прокопав поперек жилы канаву с достаточным уклоном для непрерывного течения воды, ставим поперек канавы преграду из доски с прямоугольной вырезкою (черт. 9) такой ширины (обыкновенно $\frac{3}{4}$ всей ширины канавы), чтобы слой протекающей через нее воды из водотока был не менее 0.02 саж. (4 см.) или около $1\frac{3}{4}$ " и, кроме того, за доскою образовался некоторый небольшой подпор. Когда через некоторое время вода, дойдя до высоты полного сего подпора, успокоится и будет протекать через отверстие вырезки однообразным слоем—измеряем высоту h слоя, переливающегося через ребро водослива. Тогда расход воды водотока определится по формуле:

$$Q = \frac{2}{3} \times 0.615 H l \sqrt{2gH} \text{ куб. дюйма в секунду, } ^1)$$

при чем l —ширине водослива; $g=32,18$ фута; $H=1,178 h$.

Что касается до горизонтального передвижения воды, насыщающей плавун из водотоков—собственно в самом плавуне, то оно крайне незначительно, так как почва, даже состоящая из более или менее

¹⁾ $Q = 0.41 H l \sqrt{2gH}$ куб. метров в секунду, при l и H —в метрах и $g=9.81 \frac{m}{sec^2}$.

крупнозернистых частиц, представляет течению подземной воды большие препятствия. Так по исследованиям Бюркли ¹⁾, движение грунтовой воды в хрящеватой почве северной Швейцарии совершается со скоростью 1 километра в 4 года. В плывуне же и в глинистой почве грунтовая вода движется еще медленнее, — иногда даже застаивается. Так по исследованию г. Троицкого ²⁾ над грунтовыми водами в Петербурге, оказывается, что в некоторых случаях они находились в совершенном покое. В общем же можно сказать, что скорость движения почвенной воды зависит: 1) от уклона того непроницаемого пласта, по которому она течет, и во 2-х) от проницаемости тех почвенных слоев, которые ее вмещают и которые представляют, как мы увидим ниже (§ 13), смотря по величине своих пор, очень большое препятствие к передвижению воды.

§ 8. Верховые пучины встречаются чаще всего при том условии, что на водонепроницаемом или плохо проницаемом грунте, в пределах промерзания, балласт образовал углубления или так назыв. *корыта*, откуда дождевая вода, проникающая через балластный слой, не имеет надлежащего выхода (черт. 10). Пучины эти свойственны насыпям. Происхождение балластных корыт можно объяснить, по мнению инженера Стецевича ³⁾, нижеследующим образом: давление, испытываемое шпалами передается через балластный слой на поверхность земляного полотна, и если толщина балласта недостаточна, то давление это передается неравномерно, и земля, испытывая большое давление непосредственно под шпалами, образует ряд впадин, при чем вся поверхность земляного полотна вдоль пути под балластным слоем, принимает волнообразный вид. Вода, проходя сквозь балластный слой, застаивается в этих углублениях и пропитывает земляное полотно, которое в сыром виде еще менее способно выдерживать неравномерное давление балласта и продолжает по сему садиться. Сверх того, подъем, придаваемый земляному полотну в поперечном разрезе при устройстве насыпей, слишком мал и в большинстве случаев, при неизбежной осадке насыпи, не исчезает, но принимает обратный вид, т. е. в середине образуется корыто. Из опытов, произведенных немецким инженером Шубертом, оказывается, что профиль таких балластных корыт изменяется в зависимости от качества балласта, а именно из:

а) мелкого балласта получается продольный профиль корыта указанного на чертеже 11 вида;

б) из крупного балласта — корыто типа черт. 12;

в) из каменноугольно-шлакового балласта — корыто вида черт. 13.

Из сравнения вышеозначенных трех типов корыт нетрудно выяснить, что: 1) наибольшею правильностью отличаются корыта крупного балласта и наименьшею — шлакового.

2) Отношение ширины корыт к их глубине:

Для мелкого балласта	$\frac{\text{III}}{\Gamma} = 1.51$
» крупного »	$\frac{\text{III}}{\Gamma} = 1.37$
» каменноугольно-шлакового балласта	$\frac{\text{III}}{\Gamma} = 0.88$

¹⁾ Эрисман. «Гигиена», т. I, стр. 358.

²⁾ Троицкий. «О движении почвенной воды», 1882.

³⁾ XII Сезд Инженеров Службы Пути, 1895.

Цифры эти характеризуют некоторым образом достоинство всех трех сортов балласта и, между прочим, ясно указывают, что шлак самый плохой из них.

Верховые пучины образуются также и при условии *недостаточной чистоты* балласта от примеси глины или, наконец, и от *переработки* балласта [вследствие загрязнения и отсутствия свежей подсыпки]—в землистую почву.

§ 9. Мостовые пучины являются на болотистых котловинах, откуда вода не имеет совсем выпуска, или же выход этот недостаточный.

§ 10. Глубина промерзания грунта тех местностей, где наблюдаются пучины, весьма разнообразна и зависит, прежде всего, от широты и долготы места, засим от большей или меньшей толщины снежного покрова в данный год и, наконец, от качества самого грунта. В России глубина эта, за исключением Сибири и Кавказа, колеблется в пределах от 0.30 до 1 сажени (64 см.—2,14 м.), достигая в исключительно бесснежные зимы при сильных морозах: 1.20—1.50 саж. (2,57—3,21 м.). В нижеуказанной таблице показаны такие глубины для некоторых из наших железных дорог.

Районы.	Наименование дорог.	Глубина промерзания почвы в саженьях.
Северный	Балтийская и Риго-Исковская	0.66—0.70 (1.41—1.50 м.).
	Николаевская	0.90 (1.93 м.).
	Рыбинско-Бологовский участ. Сев.-Зап. ж. д.	0.80 (1.71 м.).
	Московско-Ярославская (Вологодский участок)	0.75 (1.61 м.).
	Пермская	0.90 (1.93 м.).
Средний	СПБ.-Варшавская ж. д. (около Двинска) . .	0.90 (1.93 м.).
	Александровская (Москва—Смоленск)	0.90 (1.93 м.).
	Московско-Курская	0.80 (1.71 м.).
	Московско-Нижегородская	0.75—1 (1.61—2.14 м.).
	Московско-Казанская	0.70 (1.50 м.).
Юго-Западный и Южный	Сызрано-Вяземская	0.50—1 (1.07—2.14 м.).
	Полесский участок Западных дорог	0.50 (1.07 м.).
	Юго-Западные	0.40 (0.86 м.).
Восточный	Закавказская	0.03 (0.06 м.).
	Омская и Томская	1.17 (2.5 м.).
	Забайкальская	

На большую или меньшую промерзаемость почвы имеет, как мы говорили выше, влияние ее географическое положение. При прочих одинаковых условиях степень нагревания почвы зависит от ее положения относительно стран света: земля, обращенная к югу, юго-востоку или юго-западу, нагревается сильнее и быстрее, нежели почва, лежащая к северу, северо-востоку или северо-западу; но колебания в температуре почвы бывают значительнее и быстрее при южном направлении, чем при северном. Точно также много зависит промерзаемость почвы и от *толщины снежного покрова*: снег, защищая землю от теплоиспускания и служа в то же время плохим проводником тепла, — заметно уменьшает степень промерзания. Как велико значение снежного покрова, можно видеть из рассмотрения следующих данных, указываемых профессором Воейковым ¹⁾: по наблюдениям Богодуховской метеорологической станции (в Орловской губернии) оказывается, что при температуре:

На поверхности снега:

Температура на глубине 10 сантим.

	Под снегом.	Без снега.
— 0,9° С.	— 0,6	— 1,3
— 11,7° »	— 1,1	— 3,2
— 22,8° »	— 3,4	— 13,6
— 8,8° »	— 3	— 10,5
— 0,5° »	— 1,8	— 2,3
— 11,0° »	— 1,9	— 5,3
— 24,5° »	— 4,5	— 14,7
— 25,3° »	— 6,9	— 18,6

Сопоставляя эти данные, не трудно видеть, что при понижении за три первых дня температуры на поверхности снега на 21,9° — температура почвы *под снегом* на глубине 10 сантим. понизилась всего на 2,8°, а на такой же глубине *без снега* на 12,3°, т.-е. почти что *в пять раз* более.

Нам памятен также случай из нашей личной практики: на станции Раменское Московско-Рязанской ж. д. при устройстве в 1886 г. новой водопроводной сети — трубы были нами заложены на глубине 1—1,20 с (2,14—2,57 м.) от поверхности земли, несмотря на уверение местных старожилов, что промерзаемости большей 0,80 сажени (1,71 м.) никогда не наблюдалось. Между тем в бесснежную зиму 1887 года, где поверхность земли долгое время при сильных морозах оставалась без снега, грунт промерз настолько, что порвало не только вышеоцененные трубы станционного водоснабжения, но лопнули даже водопроводные трубы противопожарного водопровода на соседней фабрике братьев Малютиных, заложенные местами на глубине до 1,50 саж., (3,21 м.) при чем лопание сопровождалось звуком, похожим на весьма сильный выстрел.

Промерзаемость почвы находится также в некоторой зависимости от механического строения последней: так крупнозернистый песок, гравий и щебень, в которых поры между отдельными частицами значительной величины и наполнены посему большим количеством воздуха, обладающего малою теплопроводностью, сами являются более ху-

¹⁾ Метеорология. 1891. СПб.

дыми проводниками теплоты, нежели мелкий песок и глина, в которых промежутки между частицами значительно меньше.

§ 11. Зависимость между величиной пучин и горизонтом грунтовых вод. Из наблюдений, произведенных над уровнем грунтовых вод в подземных водотоках, оказывается, что таковой в течение года претерпевает значительные колебания. Амплитуда этих колебаний в различных местах бывает весьма различна, иногда даже в одной и той же местности, в местах сравнительно очень близких друг от друга замечается весьма значительная разница в уровне подпочвенной воды. Профессор Эрисман ¹⁾ приводит нижеследующий пример: в Мюнхене и его окрестностях годовая амплитуда колебаний почвенных вод местами не превышает 1,5—2 метров, местами же доходит до 15—16 метров! В Берлине наибольшая разница между высшим и низшим средним стоянием (в течение месяца) почвенной воды, в одной и той же буровой скважине не превышает 1,26 метра, а та же разница в среднем выводе из наблюдений над 314 буровыми скважинами достигает лишь 0,5—0,7 метра. В Кронштадте, по исследованиям Архангельского, годовые колебания почвенной воды не превышают 0,5—0,7 и редко доходят до 1 метра. При этом оказывается, что почвенная вода стоит всего неизменнее там, где *уровень ее находится ближе к поверхности*, и что, напротив, она подвергается наибольшим колебаниям там, где уровень ее наиболее отдален от поверхности. По наблюдениям, произведенным над месячными колебаниями уровня грунтовых вод профессором Войславом, оказалось, что наиболее низкое положение таковых падает на октябрь; начиная с этого месяца горизонт грунтовых вод постепенно повышается и достигает наибольшей величины *в апреле*. Засим в течение следующих месяцев он снова медленно понижается. Имея же в виду (§ 3), что и рост пучин совпадает с промежутком между октябрём и мартом, не трудно усмотреть несомненную зависимость их и от высоты грунтовых вод.

§ 12. Определение уровня грунтовых вод производится путем устройства буровых скважин или же наблюдением такового в близлежащих колодцах. Но последний способ довольно не точен, так как уровень воды в колодцах подвергается различным изменениям в зависимости от: а) вычерпывания воды и б) влияния соседних рек во время половодья и т. п. Бурение следует производить ручным буром с осадною трубою длиною 1,5—2 сажень (3,21—4,28 м.), диаметром до 1—1½". (25 и 38 мм.). Трубу следует обязательно довести до дна водоносного слоя или, по крайней мере, до места наиболее низкого стояния почвенной воды, затем прикрыть сверху пробкою. Для измерения расстояния грунтовых вод от поверхности земли удобнее всего пользоваться прибором Петтенкофера, состоящим из измерительной ленты, разделенной на сантиметры и наворачивающейся на деревянную катушку (черт. 14). Для того, чтобы лента висела отвесно и чтобы можно было в точности определить ту точку, в которой она прикасается к поверхности воды и с которой следует, таким образом, начать измерение, к нижнему концу ее прикрепляется палочка *a* в 30 см. длины, вдоль которой через каждый 1 см. прикреплены 30 маленьких латунных же чашечек, при чем последняя чашечка совпадает с 0 ленты. Опуская

¹⁾ Гигиена Т. I. 357.

последнюю в осадную трубу или колодезь, чувствуем, когда чашечки доходят до воды. и, опустив еще несколько ниже, производим отсчет на том месте рулетки, которое соответствует поверхности земли. Затем осторожно наворачиваем ленту на катушку до тех пор, пока не поднимется чашечный прибор; по числу чашечек, наполненных водою, не трудно определить, какая часть нижнего конца рулетки была погружена в воду. Вычтя из общего отсчета число сантиметров, соответствующее числу наполненных водою чашечек, получаем точную глубину уровня грунтовых вод по отношению к поверхности земли.

§ 13. Гигроскопичность, проницаемость, волосность и водоемкость почвы и связь таковых с пучинами. В деле исследования пучин не маловажную роль играет отношение почвы, где проявляются таковые, к воде. Степень влажности поверхностных слоев зависит, конечно, прежде всего от количества выпадающих на нее атмосферных осадков: именно от той части таковых, которая, не стекая и не испаряясь с поверхности—проникает в почву и задерживается волосными порами, *не достигнув почвенной воды*. Поры такой почвы могут быть наполнены водою лишь отчасти, так что почва остается еще более или менее проходимою для воздуха. Это обыкновенно самые поверхностные слои, которые можно назвать: а) *слоями испарения*. Это слои, в которых, в зависимости от условий климата и погоды, совершаются наибольшие колебания влажности и наиболее подверженные термическим влияниям температуры. Но, кроме того, почва может получать воду и снизу, как при колебаниях уровня почвенной воды, так и при помощи поднимающихся из последней водяных паров. Следующим слоем будет: б) *слой капиллярного стояния почвенной воды*, степень влажности которого обуславливается тем количеством почвенной воды, которое поднимается здесь в силу волосности. Этот последний лежит, в свою очередь, непосредственно над в) *водоносным почвенным слоем* (§ 6).

Из вышесказанного не трудно видеть, что главными деятелями в отношении почвы к воде будут механическое строение почвы и ее геогностический характер, так как этими двумя обстоятельствами определяются:

1) *Гигроскопичность* почвы, т. е. способность сгущать в себе водяные пары из соприкасающего с нею воздуха.

2) *Проницаемость* ее для воды.

3) *Волосность*, т.-е. способность всасывать капиллярными порами почвенную воду.

4) *Водоемкость*, т.-е. свойство задерживать воду в себе.

Гигроскопичность почвы. Сгущение водяных паров почвою происходит чаще всего тогда, когда теплый и влажный воздух проникает в *холодную* почву; в этом случае, вследствие разности температур, часть водяного пара воздуха переходит в капельно-жидкое состояние, и этот переход будет тем значительнее, чем больше разница между температурою почвы и воздуха и чем больше последний насыщен водяными парами. При прочих одинаковых условиях напряженность сгущения зависит, как и всякое явление сцепления или прилипания, от величины поверхности соприкосновения; поэтому в мелкозернистой—*мелкой песчаной*, глинистой и перегнойной почвах—она будет несравненно *значительнее*, нежели в крупнозернистой почве хряща или крупного песка.

Для определения гигроскопичности той или другой почвы образец ее просушивают в воздушной бане при 100° С. Затем равномерно рассыпают ее в плоский цинковый ящик и наблюдают колебание в весе ее, в зависимости от изменения температуры и влажности воздуха.

Второе свойство почвы, как мы видели выше,—это ее *проницаемость*. От проницаемости зависит *скорость просачивания* воды сверху (дождевой и снеговой), а равно и скорость *стока* этой воды в горизонтальном направлении: если на образец почвы, заключенной в стеклянной трубочке, имеющей внизу свободный сток, наливать постепенно воду, то сначала вода удерживается почвою сполна; но как только все доступные для воды поры будут наполнены водою (т.-е. почва *насыщена*),—то излишнее количество, которое уже не может быть удерживаемо такою почвою, будет просачиваться через последнюю и начнет вытекать из нижнего отверстия трубочки; при этом оказывается, что *крупнозернистая почва не оказывает почти никакого сопротивления просачиванию*, в *мелкозернистой же почве вода просачивается значительно труднее*.

Как велика разница в этом отношении между крупнозернистым и мелкозернистым грунтом, видно из произведенных с этою целью опытов Сеельгейма¹⁾: оказывается, что при просачивании воды через последовательно чередующиеся слои мелкого с крупным песком сей последний не оказывает решительно никакого влияния на степень проницаемости такой почвы, как будто бы его совершенно и не было.—Отсюда следует, что при *различных песчаных слоях, лежащих друг на друге в любой последовательности, количество воды, просачивающейся через них в определенную единицу времени, зависит единственно от толщины наиболее мелкозернистого слоя*. Из своих наблюдений над песчаною, меловою и глинистою почвами Сеельгейм вывел следующие два закона проницаемости почвы для воды.

I) *Количество просачивающейся в определенную единицу времени воды обратно пропорционально высоте слоя почвы.*

II) *Количество протекающей в определенную единицу времени воды прямо пропорционально давлению.*

Впрочем законы эти имеют место только при однородном строении той или другой почвы, что в природе конечно встречается сравнительно редко. Этими обстоятельствами исследование проницаемости грунта для воды чрезвычайно усложняется и затрудняется,—тем более, что легко-отмучивающиеся частицы почвы столь же легко приводятся в движение проходящею через последнюю водою, вследствие чего постоянно изменяется взаимное расположение частиц.

Вода по свойству *волосности* имеет стремление подниматься в тонких трубках на известную высоту, подчиняясь особым законам. Свойством таких же волосяных трубочек обладают те скважины (поры), которые находятся между частицами почвы, при чем поры эти могут быть двоякого рода:—весьма узкие, т.-е. в полном смысле волосяные, свойственные мелкозернистым грунтам, и поры несколько больших размеров в крупнозернистых почвах. Грунтовая вода, присасываемая теми и другими, поднимает общий уровень почвенных вод в зависимости от меньшей или большей волосности грунта до такой вы-

¹⁾ Эрисман „Гигиена“. Т. I, стр. 348.

соты, где вода эта подвергается действию промерзания, и, таким образом, вызывает вспучивание лежащих поверх нее пластов.

Высота подъема воды в почве по закону волосности *обратно пропорциональна диаметру пор*; отсюда следует, что а) в мелкозернистой почве вода должна подниматься *выше*, чем в крупнозернистой, б) в *плотноутрамбованной почве* (т.-е. с уменьшенным диаметром пор)—должно замечаться то же явление. Справедливость первого положения подтверждается профессором Эрисманом ¹⁾, удостоверяющим, что в крупнозернистой почве вода поднимается на сравнительно весьма незначительную высоту—в отличие от мелкозернистой, где, по исследованиям Гофмана ²⁾, высота подъема может достигнуть 1—2 метров.

Справедливость второго положения находит себе подтверждение в опытах немецкого ученого Габерланда ³⁾, нашедшего, что в одинакового рода грунте, но разнородном по плотности (просеянном сквозь сита разных номеров) высота поднятия далеко не одинакова, как можно видеть из нижеприлагаемой таблички.

Время подъема.	Ч а с ы.					Д н и.				
	Состояние почвы.	1/4	1	4	8	1	6	12	24	84
			Вы	со	та	под'ема	в	мм.		
	Земля рыхлая	44	66	90	125	141	172	188	217	272
	Земля средней плотности .	68	86	111	144	159	190	207	240	318
	Земля плотная	88	158	266	403	456	550	598	639	792

По исследованиям других ученых оказывается еще, что:

а) Чем *суше почва*, тем *медленнее* она присасывает воду. Это происходит оттого, что такие сухие почвы труднее смачиваются, нежели те, поверхность которых уже покрыта тонкой водяной оболочкой.

б) Если почва состоит из перемежающихся между собою слоев, различных по составу, величине частиц и степени плотности, то *движение воды из одного слоя в другой тем затруднительнее*, чем более *неравномерны свойства почв*: мелкозернистый грунт, расположенный на слое крупнозернистом, отнимает у последнего влагу, тогда как, при обратном расположении, это происходит гораздо медленнее; так, например, если *под суглинком лежит хряц*, то вода *быстро переходит из последнего в первый*, между тем как при обратном расположении подъем воды незначителен.

в) Так как в природе промежутки между частицами одной и той же почвы не имеют строго одинакового диаметра, то *уровень грунтовой воды*, присосанной порами одной и той же почвы, *представляет не прямую, а некоторую кривую*.

г) Более крупные поры (капиллярные пустоты) легко и скоро теряют присосанную ими воду. Откуда, между прочим, следует, что,

¹⁾ Эрисман. Гигиена. Т. I, стр. 343.

²⁾ Archiv für Hygiene. 1883. Т. I, стр. 301.

³⁾ Энциклоп. Слов. Брокгауза 12 полутом, стр. 744.

если предоставить капиллярной воде свободный сток из почвы, то последняя удержит в себе преимущественно только воду, находящуюся в самых мелких порах, тогда как из более крупных почти вся вода утечет.

Обращаясь к тем способам, которыми можно определить высоту под'ема в различного рода грунтах—укажем на нижеследующие:

1) Приблизительный способ: насыпаем в таз кучку испытуемого грунта, наливаем осторожно воды и вымеряем ту высоту, на которую поднимается вода вследствие волосности, что можно будет легко видеть по тому, что смоченная часть кучи будет значительно темнее не-смоченной (черт. 15).

2) Точный способ: берем стеклянную трубку (черт. 16) от 80 см. до 1 м. высоты, диаметром 2—3 см., разделенную по всей высоте на сантиметры. Нижнее отверстие завязываем тонкою полотняною тряп-пачкою, прикрепляя таковую помощью резинового кольца. Затем на-полняем трубку испытуемого, предварительно просушенного и измел-ченного почвою, слегка постукивая дном трубки о стол, и опускаем нижний конец трубки на 1—2 см. в воду. Через известный промежуток времени производим отсчет высоты поднятия,—при чем промежутки могут быть часами или же днями.

Кроме перечисленных выше свойств, почва имеет еще одно свой-ство: это *водоємкость*, т.-е. способность удерживать в себе известное количество влаги, как при орошении ее избытком воды сверху (дождь, снеговая вода), так и при пропитывании ее водою снизу от волосно-сти [при условии, однакоже свободного стока]. *Водоємкость зависит от количества содержания в почве волосных скважин и капиллярных пустот.* Из опытов произведенных немецким ученым Ренком¹⁾, оказы-вается, что 1) чем *крупнее* зерно почвы, тем *меньше* водоємкость почвы, и чем мелкозернистее грунт, тем больше количество задерживаемой, в таковом воды. Отсюда, между прочим, видна причина насыщения во-дою *плывуна*. 2) Одна и та же почва от *увлажнения снизу удерживает* в себе гораздо больше воды, чем при орошении сверху.

Отсюда следует, что дождь никогда не промачивает почву так основательно, как она увлажняется при поднятии почвенной воды.

В своих опытах Ренк, исследуя водоємкость различных сортов почв, получил следующие результаты.

А) Водоємкость в разных местх по высоте испытуемого пласта.

Качество грунта:

	хрящ.	средний песок.
В верхней части	3,6 ⁰ / ₀ воды	6 ⁰ / ₀ воды
» средней »	4,5 ⁰ / ₀ »	9,2 ⁰ / ₀ »
» нижней »	7,8 ⁰ / ₀ »	20,2 ⁰ / ₀ »

Б) Водоємкость в зависимости от величины зерен почвы.

Средний хрящ при поливке сверху	6,6 ⁰ / ₀ —	при увлажн. снизу	12,6 ⁰ / ₀
Мелкий » » » »	7,8 ⁰ / ₀ —	» » »	16,9 ⁰ / ₀
Крупный песок » » » »	23,6 ⁰ / ₀ —	» » »	30,2 ⁰ / ₀
Средний » » » »	47 ⁰ / ₀ —	» » »	68,1 ⁰ / ₀
Мелкий » » » »	65,1 ⁰ / ₀ —	» » »	77,4 ⁰ / ₀

¹⁾ Эрисман. Гигиена. Т. I, стр. 345.

По исследованиям профессора Эрисмана¹⁾ разница в водоемкости различных почв в зависимости от величины зерна таковых подтверждается нижеследующим весьма характерным опытом. Если взять две бюретки и наполнить: 1-ю *глиной*, а 2-ю *песком* и укрепить, как показано на чертежах 17 и 18, соединив предварительно нижний, вытянутый конец каждой бюретки помощью каучуковой трубки с нижним же концом другой бюретки, укрепленной на том же штативе и наполненной водою, то: 1) при постановке бюретки с водою *выше* бюреток с песком и глиною (при чем каждая из бюреток с почвою раз'единяются от соответствующей бюретки с водою предварительно зажимом *a*—вслед за открытием зажима—вода, находясь под известным давлением, поднимется в соответственных бюретках с почвами, но с различной скоростью: *скорее в песке и весьма медленно в глине*. 2) Если затем, когда в бюретках с почвою вода дойдет до известной высоты—опустить бюретку с водою, так, чтобы вода из почвы могла стекать обратно в нее (черт. 18), то скорость, с которою она будет стекать, окажется весьма различною: так, *глина удерживает почти все количество поглощенной ею воды, и с нее почти ничего не стекает*, тогда как песок, в особенности крупный, очень скоро теряет всю воду, за исключением той, которая удерживается в силу его нормальной водоемкости.

Нетрудно видеть, что при изысканиях и работах с пучинами приходится считаться со всеми вышеупомянутыми свойствами грунтов: так, например, почвенная вода, присасываемая волосными порами, может *поднять*, как мы уже говорили ранее, общий уровень почвенных вод, в зависимости от меньшей или большей капиллярности почвы данного места,—до такой высоты, где она соприкаснется или даже зайдет за пределы линии промерзаемости и, таким образом, вызовет вспучивание выше лежащего слоя почвы. Отсюда следует, что, *зная высоту капиллярности*, мы можем надлежащим отводом грунтовых вод понизить эту высоту до таких пределов, где промерзаемость почвы уже не будет иметь на нее влияния. Наоборот: покрытие почвы слоем вещества *проницаемого* для воды и *неширокопоточного* может повысить линию промерзания грунта настолько, что она не будет уже доходить до уровня грунтовых вод, и, таким образом, влияние волосности на вспучивание будет или совсем устранено или же, по крайней мере, значительно уменьшено.

§ 14. Применение данных о промерзаемости почвы, ее волосности и уровне грунтовых вод при предварительных изысканиях к устранению пучин. Из предыдущего § видно, что для различных работ, имеющих целью уменьшение или уничтожение пучин, весьма важно знать ту глубину, за пределами которой будет устранено действие промерзания грунта на грунтовые воды и волосность почвы.

Пусть будет (черт. 19) H —горизонт грунтовых вод, определенный для данного места (§ 12), H_n —глубина промерзания в данной местности (§ 10), H_0 —высота, на которую вода поднимается от волосности в грунте той же местности (§ 13). Называя через x —расстояние кривой промерзания грунта до кривой волосности (т.-е. уровня под'ема воды от волосности), находим:

$$H = H_n + H_0 - x$$

¹⁾ Гигиена. Т. I, стр. 346.

откуда:

$$x = H_n + H_0 - H \dots \dots \dots (I)$$

Из чертежа 19 и из формулы (I) нетрудно видеть, что:

а) Увеличением H , т.е. другими словами, понижением уровня грунтовых вод мы во 1-х отдаляем его от кривой промерзания и во 2-х уменьшаем x . Так при $H > H_n + H_0$, x уже отрицательно и, следовательно, волосность не может иметь никакого влияния.

б) При $H_n < H_0$ — достигается такое же устранение влияния волосности.

Отсюда вытекают два способа уменьшения пучин:

а) *Понижение* уровня грунтовых вод отводом таковых.

б) *Повышение* линии промерзания грунта за пределы грунтовых вод путем покрытия полотна добавочным слоем плохопроводящего теплоту вещества.

Зная для данного района H_n (§ 10), определив (§ 12) H и (§ 13) H_0 , можно сказать, что:

I) В 1-м случае рациональный отвод воды будет достигнут при заложении водоотвода (черт. 19) на глубине (от поверхности полотна):

$$y = H + x + h + a = H_n + H_0 + h + a \dots \dots \dots (II)$$

где a — некоторый запас, зависящий от колебания уровня грунтовых вод в данном месте (§ 11), а h — расстояние поверхности воды в проектируемом водоотводе до его дна. Действительно, при понижении грунтовых вод на x получается касание кривой волосности с кривою промерзания и для раз'единения этих кривых требуется еще некоторый запас, достаточный для того, чтобы случайные колебания горизонта вод не повысили кривую волосности до соприкосновения или даже за пределы кривой — промерзания. Величина h — определяется непосредственным измерением (§ 7).

II) Во 2-м случае *толщина насыпного слоя* определяется из условия, чтобы (черт. 19)

$$y_1 = H + x + \delta = H_n + H_0 + \delta \dots \dots \dots (III)$$

где δ — небольшой запас, делаемый в видах возможности случайного увеличения промерзания грунта от исключительно сильных морозов при малоснежной зиме. Если (черт. 19) отложим от искусственно повышенного полотна *вниз* глубину H_n — то увидим, что при указанных обстоятельствах она будет вне района действия волосности. Запас δ в средней полосе России достаточно брать в 0,05—0,10 сажени. (11—21 см.).

§ 15. Объяснение образования пучин. Принимая во внимание высказанные в предыдущих §§ соображения, можно дать нижеследующее объяснение образования пучин: с наступлением морозов грунт полотна над водоносным слоем и находящаяся в верхних слоях этого грунта вода начинает замерзать, при чем замерзание этой воды происходит, как показал опыт, тонкими до 2 мм. ледяными прослойками, разделяющими грунт выше водотока на отдельные мерзлые же тонкие пласты. Замерзание начинается с поверхности и идет вышеуказанным путем до тех пор, пока не промерзнет такая часть грунта, которая соответствует некоторой данной температуре — силе мороза, (—) t° . При дальнейшем понижении температуры до (—) t_1° вышеуказанные ледяные

прослойки, *расширяясь*, приподнимут на некоторую малую величину все лежащие поверх их тонкие слои грунта, кончая самым верхним, т.-е. произойдет первое *поднятие пучины*.

Ниже лежащая и еще не замерзшая часть полотна с водотоком под нею будут заключены, таким образом, как бы в ящик из замерзшей коры. При первом уменьшении мороза с $(-)$ t_1° до $(-)$ t_2° —приподнятые замерзшие пласты грунта, находящиеся между ледяными прослойками, остаются в прежнем положении, но сами ледяные прослойки несколько уменьшаются в объеме, при чем между ними и вышеозначенными тонкими пластами грунта образуются пустоты, а в них самих трещинки. Пустоты эти при существовании притока воды из водоносного слоя и от действия волсности заполняются через трещинки водою. Последняя, соприкасаясь с замерзшим грунтом и ледяными прослойками, *намерзает* на них. При последующем понижении температуры увеличенный таким путем лед прослойков, расширяясь, заставляет пласты между прослойками еще подниматься, увеличивая тем самым и рост пучины.

Таким образом, образование *коренных пучин* в зимнее время находится в зависимости от двух деятелей: а) *понижения температуры и сопряженного с таковым увеличения льда в объеме*; б) *притока воды из пливун* водоносных пластов во время последующего повышения температуры с *намерзанием* полученного притока на прежний лед.

Весною причиною роста пучин является еще третий деятель: *снеговая вода*, образующаяся от дневного таяния снега под действием солнечных лучей. Вода эта просачивается через трещинки в балласте до промерзшего грунта, где задерживается и, замерзая в свою очередь во время ночных морозов,—способствует, в значительной мере, росту пучин. Такое же явление произойдет, если после одного или нескольких дней оттепели снова наступают морозы.

Причину же собственно *горба* (черт. 20) пучин, т.-е. большей выпуклости пучины в одном месте сравнительно с прочею частью своего протяжения, следует искать в том обстоятельстве, что расположение горба приходится, по исследованиям профессора Войслава ¹⁾, как раз над *осью водотока* в пливуне—что объясняется, в свою очередь, тем, что температура водотока выше 0° , и вследствие сего леденая кора *непосредственно над ним тоньше*, а, следовательно, менее сопротивляется изгибу от давления на нее пливуна.

Верховые пучины образуются путем схожим с вышеописанным, с тою только разницею, что, благодаря отсутствию постоянного притока грунтовой воды—величина их, как было указано выше (§ 4), вообще говоря, невелика. Те из верховых пучин, кои образуются в самом балласте, благодаря недостаточной чистоте такового, можно объяснить тем обстоятельством, что задерживающаяся от осенних дождей на грязевых и глинистых комьях, примешанных к балласту, вода, замерзая при заморозках, при расширении ледяных частиц, корсбит тем самым поверхность балластного слоя. Весною же через трещинки в балласте, образовавшиеся от вышеуказанного расширения ледяных кристаллов, пластинок и т. п. частиц, просачивается с поверхности тающая днем снеговая вода и производит то же действие, что и в случае коренных пучин.

¹⁾ Доклад в Собрании Горных Инженеров 21 декабря 1890 года.

§ 16. Признаки пучин. Определить заблаговременно место выемки, где будут зимою пучины, можно уже летом: лучше всего в конце июня или в начале июля, когда кюветы выемки совершенно уже просохли после стока весенних вод: те места, где *стенки* и *дно* кювета *сыроваты* при отсутствии дождей и при самом правильном содержании продольного профиля кювета и 2) где в запущенных кюветах—при тех же условиях погоды—*застаивается* вода, будут зимою непременно изобилывать пучинами.

Зимою пучины *днем* лучше всего замечаются в яркий солнечный день, при котором линия наката рельс в пучинистом месте является для наблюдателя, стоящего между рельсовой колеи, волнообразною. Такое же определение местоположения пучин можно сделать и ночью при лунном свете или свете фонаря. Нахождение положения *горба* пучины, т.-е. высшей ее точки, производится тем же путем, как определение «толчка» или «просадки», т.-е. наблюдатель ложится на путь и, проглядывая вдоль рельсовой колеи, может в точности определить, в каком звене от него находится этот горб (черт. 20). От сего последнего пучина иногда весьма круто, иногда ступенькообразно, чаще же постепенно, понижается в обе стороны до нормального уровня полотна. В следующей смежной пучине повторяется то же самое явление, так что все полотно в пучинистом месте представляет собою ряд поднятий, чередующихся с нормальным уровнем полотна (*кажущимся* по-сему *осевшим* между пучинами). Это кажущееся оседание иногда совершенно неправильно называется даже опытными дорожными мастерами пучиною, тогда как не трудно видеть из вышеизложенного, что таковою служит в действительности *горб*.

§ 17. Производство наблюдений над пучинами. Для точного определения мест пучин можно воспользоваться следующим приемом: сделав *до наступления* морозов в откосе пучинистой выемки, подлежащей наблюдению, в начале и конце небольшие площадки *АВ* (черт. 21) и выкопав в таковых ямы ниже наибольшей глубины промерзания—сотых на 25, вставляя в таковые сколоченные из досок ящики *а б а₁ б₁*, достаточно широкие, чтобы забитый в грунт ниже линии промерзания столб или лучше *рельс Р* не задевал за стенки ящика, если бы последний стал подниматься вспучивающимся грунтом. Верхний торец рельса должен быть на одном уровне с первоначальным положением верха головки рельс пути—до наступления пучин. Установив такие репера, следует *до наступления морозов* произвести между ними тщательную нивелировку пути по верхней постели шпал, с точностью отметок до 0,005 сажени (1 мм.), нанося на чертеж полученные отметки и соединяя их затем линиею.

Зимою, когда пучины достигнут своего наивысшего роста, следует произвести вторичную нивелировку и нанести ее на тот же чертеж: получится новая кривая, дающая точное понятие о положении уровня шпал после вспучивания. Разность отметок между первою и второю линиями даст действительную высоту пучин. Если в выемке есть особо выдающиеся *горбы*, постепенный рост которых желательно выяснить в зависимости от того или другого изменения температуры, то изменение каждого такого горба можно наблюдать, визируя ежедневно с одного из вышеупомянутых реперов (или, если таковые слишком далеки от мест наблюдения,—то установив еще добавочный репер)—на верх постели шпал в месте горба. На чертеже 22 указана

нивелировка пучин выемки 58 версты Московско-Нижегородской железной дороги, при чем масштаб для высот взят тройной, дабы можно было яснее видеть высоту пучин. Сплошная линия, соединяющая отметки, соответствует нормальному положению верхней постели шпал до наступления периода вспучивания. Пунктирная линия—положению той же постели в январе. Заштрихованные площади между обеими линиями—вспученные места полотна. Цифры поверх заштрихованных площадей—высоты пучин в сотых и тысячных долях сажени. Линия, состоящая из тире, чередующихся с пунктиром, представляет собою первоначальное нормальное положение полотна по продольному нормальному профилю. Чертеж 22 показывает, между прочим, и то: как путем досыпок, сделанных одновременно с целью уменьшить влияние пучин, можно изменить первоначальный профиль: оказывается, что при начале и конце первоначального уклона 0,0062 части полотна в вышеозначенной выемке, —отметки первоначального нормального профиля совпадают с отметками измененного от досыпок, —но вместо общего уклона 0,0062 получились на том же протяжении три разных: 0,0086; 0,0046 и 0,0072.

Найденные вышеуказанными способами величины пучин полезно заносить в особый журнал¹⁾. Сопоставление целого ряда подобных журналов за несколько лет непрерывных наблюдений даст наглядную картину: а) действительного изменения пучин в зависимости от температуры и местных условий; б) целесообразности тех мер, кои были предприняты для уничтожения или уменьшения пучин.

Для практических целей весьма полезно бывает отметить места пучин каким-либо знаком. На некоторых дорогах с этою целью употребляются дощечки, прибитые к кольям, воткнутому в откос выемки или насыпи против горба пучины (черт. 23), при чем на дощечке пишется буква *П* и рядом с нею цифра, показывающая высоту пучины в сотых долях сажени. Такой способ отметки не всегда удобен, так как (особенно в местностях бедных лесом) дощечки эти и колья похищаются на топливо окрестными жителями. Поэтому мы лично употребляли следующее указание мест пучин: против горба пучины на шейке рельс с внутренней стороны делается отметка масляною белою краскою высоты пучины: цифрами 1, 2, 3, 4, 5 и т. д. (при чем 1 обозначает, что высота горба пучины=0,01 саж. (2 см); 2=0,02 сажени (4 см.) и т. д.), а на той же шейке рельса в начале и конце пучины ставятся стрелки (черт. 24), пространство между остриями которых показывает полное протяжение пучины.

§ 18. Текущий ремонт пучин. Пучины, образующиеся под путем, нарушая поперечный и продольный профиль полотна, крайне вредно влияют на спокойный и плавный ход поездов и могут быть по сему причиною как излома рельс и ходовых частей подвижного состава, так и схода поездов с рельс. В виду вышеизложенного, с наступлением морозов и, особенно, во время частых переходов от морозов к оттепели и обратно—необходимо обращать внимание на своевременное уменьшение вышеупомянутого вредного влияния пучин приведением покоробленного ими пути в состояние близко подходящее к нормальному. Совокупность таких временных мер носит название *текущего ремонта пучин*, в отличие от *капитального* ремонта, т.-е. коренного устране-

¹⁾ Образец такого журнала прилагается в „Приложении“.

ния или же, по крайней мере, значительного уменьшения высоты таковых.

Исправление пучин текущим ремонтом сводится, главным образом, к приведению пути в вид верный по *уровню* и состоит или из: 1) *опускания* пути в местах горбов, путем: а) выкирковки из-под шпал части балласта или б) *стапливания* подошвы рельса в шпалы, делая в таковых вырубку или из: 2) *выравнивания пучинных горбов* и *сопряжения* нормальных частей пути с таковыми пологими переходами («*отводами*») посредством железных или деревянных подкладок.

Способ выкирковки балласта, как весьма дорогой по рабочей силе и потере балласта, применяется в исключительных случаях. *Подрубки* шпал, как портящей дорогой материал, следует безусловно избегать, допуская подтеку лишь настолько, насколько это необходимо для плотного прилегания подкладок и, в крайних случаях, лишь на 0,02 сажени (4 см.). Таким образом, *наиболее целесообразным*¹⁾ *текущим ремонтом* является способ подкладок. Недостатком этого способа следует признать то обстоятельство, что за путем, отремонтированным подкладками, требуется неустанный надзор, так как при недостаточной устойчивости подкладок легко может произойти уширение пути.

Текущий ремонт пучин бывает двойкой: *мелкий* — когда пучины не выше 0,03 сажени (6 см.) и *большой* при пучинах выше указанной величины.

А) *Мелкий* ремонт производится обыкновенно или *железными* подкладками или *деревянными*²⁾. Первые употребляются или существующего на той или другой дороге типа, если по их толщине можно их так наложить одна на другую, чтобы получилась необходимая общая высота подкладки, или же специального образца. При последнем условии толщина таковых³⁾ $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{13}{8}$, $\frac{13}{4}$ и 2 дюйма (3, 6, 9, 13, 15, 16, 34, 44, 50 мм.), допускающая самые разнообразные сочетания для получения общей высоты требуемой подкладки. Общая толщина подкладывания не должна происходить $2\frac{1}{2}$ " (0,03 саж.) (6 см.) в избежание недостаточной устойчивости пути. В кривых частях пути радиусом менее 700 сажен (1500 м.) и при толщине подкладывания более $1\frac{1}{4}$ " (31 мм.) следует употреблять *трех-дырные* подкладки, при чем два костыля должны быть забиты с внутренней стороны колеи, а один с наружной.

Деревянные подкладки, употребляющиеся с тою же целью, могут быть: а) *продольные* (клинушки), толщиной до 0,005 саж. (1 см.) включительно, укладываемые под подошвою рельса *вдоль* него. Они должны иметь ширину, равную подошве рельса или на четверть сотки большую, а длину равную верхней постели шпалы, дабы можно было нажать подкладку сбоку костылями.

Поперечные, короткие, толщиной до 0,03 саж. (6 см.) включительно, укладываемые на шпале отдельно под каждый рельс. Такие подкладки носят название «*нашпальников*» (фотография № 1).

в) *Сквозные нашпальники*⁴⁾, толщиной от 0,02 до 0,03 сажени (4—6 см.), пропускаемые по шпале под оба рельса. Ширина коротких

¹⁾ По нашим климатическим условиям и сравнительно дешевой цене.

²⁾ Исключение составляет Закавказская железная дорога, где выравнивание пути производится исключительно на балласте.

³⁾ Тип специальных подкладок Московско-Курской и Нижегородской железных дорог.

⁴⁾ На заднем плане фотографии № 1 видны сквозные нашпальники.



Фотография 1.

нашпальников не менее 0,08—0,09 сажени (17—19 см.) при длине 0,25 сажени—(54 см.) с надлежащим уклоном верхней поверхности в $\frac{1}{20}$. Ширина сквозных нашпальников равна ширине шпалы при длине от 1,15 до 1,25 сажени. (2,46—2,68 м.).

Наиболее употребительная толщина деревянных нашпальников: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$ и 2 вершка (22, 33, 44, 55, 66, 77, 88 мм.).

Б) *Большой текущий ремонт*, т.-е. исправление высоких пучин (от 0,03 до 0,06 сажени от 6—13 см.) производится исключительно при помощи сквозных нашпальников. Исправление же пучин выше 0,06 сажени (13 см.) делается на некоторых дорогах подбивкою шпал на щебне или шлаке, а на других—также сквозными нашпальниками, при чем в тех случаях, когда шпалы пластинные или вообще с неправильного вида верхнюю поверхность (как это встречается, например, у большей части дубовых шпал) —то это верхняя плоскость несколько оправляется подтеской (черт. 25); засим в шпалах и в нашпальниках продавливаются гнезда *г* и вставляется дубовый шип *ш*, на который уже насаживается затем нашпальник *н*. Вся система распирается распорками *р*, чем ей и придается достаточная благонадежность.

§ 19. Отводка пучин. Сопряжение (или так называемая «отводка») вспученной части пути с нормальною частью такового делается с приданием скатам отвода, по возможности, пологого очертания, при чем длина сего последнего не должна быть слишком коротка: иначе получается чрезчур резкий переход, и требуемая плавность не будет достигнута. Можно дать нижеследующее практическое правило отводки: *Каждую сотку высоты пучины нужно отводить на протяжении не менее двух звеньев 28 футовых (8,7 м.) или 35 футовых (10,3 м.) рельс* (черт. 26).

Если пучины образовались настолько близко друг от друга, что между скатами указанной пологости оставалось бы неподнятым всего не более двух звен рельс,—то приходится поднимать на подкладки под визирку весь путь между горбами пучин (черт. 27).

На тех дорогах, где ходят *скорые* поезда и, где между концами сопряжений, хотя бы совершенно плавно отведенных соседних двух пучин, расстояние не превышает 15—20 сажен, получается при проходе поезда впечатление *просадки* пути, и такие места неблагоприятно отзываются на подвижном составе, а потому лучше всего и эту неподнятую часть *поднять под визирку* или сделать между концами отводки еще более пологую подѣмку по некоторой переходной кривой, как показано на чертеже 28.

§ 20. Прикрепление подкладок и нашпальников. Железные и деревянные подкладки и нашпальники прикрепляются к шпалам костылями двух типов: обыкновенными длиною 6"—7" (150—175 м.м.) и длинными или, иначе называемыми, *пучинными*¹⁾, длиною в 9" и 11" (225 и 275 м.м.).

а) При высоте подкладки *до* 0,05 сажени (11 см.) включительно и *продольном* расположении таковой—она пришивается вместе с рельсом к шпале *обыкновенными* костылями без добавления числа их (черт. 29).

б) Там, где рельсы лежат уже на металлических подкладках—вместо продольных,—должны укладываться только поперечные подкладки (черт. 30).

в) При высоте подкладок *от* 0,005 саж. *до* 0,01 сажени (1—2 см.) включительно и *поперечном* расположении—таковые пришиваются вместе с рельсом *на стыковых* и *через 1 и 2* на промежуточных шпалах под каждым рельсом *двумя пучинными костылями*, а на прочих промежуточных шпалах *двумя короткими* (черт. 31).

г) При высоте подкладки *до* 0,02 сажени (4 см.) включительно подкладки пришиваются вместе с рельсом *на стыковых* и *через одну* или *две* шпалы *на промежуточных* *четырьмя* костылями, из коих два пучинных и два обыкновенных, а на прочих промежуточных шпалах только *двумя пучинными* (черт. 32).

д) При высоте подкладки *до* 0,03 сажени (6 см.) включительно—на *стыковых шпалах* и не менее, как *на двух промежуточных* укладываются *сквозные нашпальники*, а на прочих короткие и пришиваются, как показано на чертеже 33.

е) При высоте подкладок *свыше* 0,03 сажени (6 см.) должны быть, как сказано выше (§ 18), *сквозные нашпальники*, прибиваемые к каждой шпале *семью пучинными костылями*, как показано на чертеже 34 (а, б, в).

§ 21. Материал для деревянных подкладок. На некоторых дорогах²⁾ нашпальники изготовляются заблаговременно и в вполне готовом для укладки в путь виде рассылаются засим по околоткам по специально своим размерам, согласно действительной потребности в том или другом сорте. Такие нашпальники делаются из *дуба*²⁾, *березы*³⁾ и

¹⁾ На чертежах таковые зачернены.

²⁾ Московско-Курская и Нижегородская ж. д.

³⁾ Варшавская линия Сев.-Зап. ж. д.

осины¹⁾. На других дорогах с тою же целью употребляются простые березовые дрова или сосновые и еловые²⁾ доски, из которых дорожные мастера, по мере надобности, заготавливают подкладки требуемых размеров. Наконец, есть дороги, которые пользуются для изготовления подкладок разным случайным старым годным материалом:—например, старыми годными шпалами, старыми годными переводными брусками, старою дубовою клепкою³⁾, дубовыми вагонными швеллерами⁴⁾ и мостовыми брусками⁵⁾. Особенно пригодны для пучинных подкладок эти последние. Для этого (черт. 35) брус распиливается на части длиной 0,15—0,25 саж. (32—54 см.), затем в каждом куске просверливают полудюймовым сверлом по два отверстия как для костылей, места отверстий размечаются предварительно по дырам железной подкладки принятого на дороге типа. После сего каждый кусок раскалывается на отдельные дощечки 1, 2, 3, 4, 5....., из которых уже на месте работ вытесываются подкладки требуемой толщины. Заметим, что предварительное пробуривание дыр для костылей необходимо во всякого рода напильниках во избежание поколота таковых.

§ 22. Определение требуемой толщины подкладок на месте работ. Для того, чтобы определить толщину подкладки, которую нужно выбрать для выравнивания пучины, дорожный мастер или старший рабочий смотрят по направлению одной колеи рельс на пучину и посылают к пучине 3 рабочих, из которых двое, расшив костыли, поднимают ломом рельс по указанию смотрящего в это время дорожного мастера или старшего рабочего, а третий рабочий измеряет в это время промежуток между шпалой и поднятым рельсом. По найденной таким путем толщине, взятой с некоторым запасом (на $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ " больше) (3—6 м.м.), подбирается соответствующий напильник. После выверки указанным способом одной колеи рельс выравнивают другую колею по уровню. Некоторый запас в толщине подкладок необходим, особенно в мягких породах дерева, в виду вдавливания рельса уже после первого же прохода поезда в подкладку.

§ 23. Осадка пучин. С наступлением весенних оттепелей пучины начинают садиться, в большинстве случаев *постепенно*, но иногда и *внезапно* под тяжестью поезда. Последнего рода осадки особенно опасны на пучинах большой высоты. Поэтому с приблизительным наступлением времени осадки—на такие высокие пучины должно быть обращено особое внимание. Выравнивание пути при осадке пучин делается постепенным уменьшением толщины напильников, т.е., другими словами, постепенною заменою толстых подкладок более тонкими вплоть до наступления полной осадки пути. В большинстве случаев *балласт уже оттаял, но пучины под ним еще не сели. При таких условиях следует остерегаться исправлять просадки пути подбивкою на балласт, так как по окончании осадки пучин такие места потребуются снова опускать и затем долгое время работать на пути, прежде чем уничтожить образовавшиеся толчки и установить вполне спокойный путь. После полной осадки пучин лишние дыры в шпалах*

¹⁾ Орловско-Витебская ж. д.

²⁾ Николаевская ж. д.

³⁾ Николаевская ж. д.

⁴⁾ Варшавская линия Сев.-Зап. ж. д.

⁵⁾ Балтийская линия Сев.-Зап. ж. д.

забиваются деревянными пробками, а снятые годные напальники сохраняются (в тени или закрытом помещении во избежание трещин) для употребления их в дело в следующую зиму.

§ 24. Меры предосторожности при пучинистом пути и работах на таковом. С наступлением больших морозов и, особенно во время частых переходов от оттепели к морозу и обратно, а также во время весенней осадки пучин,—пучины такого характера, что на протяжении их, даже при сравнительно пологих отводах, рельсы не совсем плотно прилегают ко всем шпалам, должны быть ограждены постоянными сигналами тихого хода в расстоянии не ближе 150 саж. (321 м.) от горба и выдачею предупреждения о ходе не свыше 15—20 верст в час. Для пучин же с особо крутыми горбами и резким неустойчивым характером (особенно, если таковые расположены в таких местах, как закругления, сильные уклоны, под переездами и т. п.)—необходим, кроме ограждения сигналами и уменьшения скорости езды от 5 до 10 верст в час—еще особый надзор в виде *ежедневных* двукратных промеров со стороны ближайшего старшего рабочего. Во время же весенней осадки пучин, *заведомо* уже обнаруживших характер внезапного оседания, следует установить возле них особую стражу с надлежащими сигналами, из числа наиболее опытных ремонтных рабочих.

При работах текущего ремонта пучин не следует также пренебрегать надлежащим ограждением места работ сигналами. Если же предстоит укладка сквозных напальников, то, кроме ограждения сигналами, безусловно необходима выдача соседним станциям соответствующего предупреждения.

§ 25. Капитальный ремонт пучин. Такой ремонт сводится к производству работ, коими можно или: 1) понизить высоту пучин до таких пределов, при которых они уже не так опасны для движения поездов, или же 2) совершенно уничтожить пучины. К работам первого рода можно отнести: а) *осушение полотна дороги отведением воды от такового*; б) *покрытие полотна веществами, свободно пропускающими воду и в то же время дурными проводниками тепла.*

Совершенное уничтожение пучин заключается в работах или: а) *полного пресечения доступа воды к полотну с отводом мощней заключаться в нем воды* или б) *сплошной замены пучинистого грунта грунтом непучинистым.*

§ 26. Осушение полотна отведением воды. Применение этого способа возможно лишь тогда, когда по близости пучинистого места полотна есть низина, куда можно отвести воду (котловина, овраг, река и т. п.). Кроме того, предварительно приступа к работам необходимо произвести тщательную нивелировку, дабы определить, получится ли для такого отвода достаточный уклон: на некоторых железных дорогах одною из причин образования пучин является то обстоятельство, что кюветы слишком понижены по отношению к ближайшим низинам, отчего образуется в первых подпор воды с застоем. Такой же подпор в кюветах может образоваться и от слишком высокого поднятия дна лотков искусственных сооружений (например, дна чугунных труб или сплошных лотков, каменных труб и открытых мостиков) сравнительно с дном кювета в месте подхода такового к одному из перечисленных сооружений. Вот почему особое внимание должно быть обращено на это обстоятельство *при самой постройке железной*

дороги, так как в это время работу отвода воды можно произвести гораздо дешевле, чем во время эксплуатации, и без тех, часто весьма значительных, затруднений, с которыми, волею-неволею, приходится мириться после открытия движения. Уклоном, обеспечивающим правильный сток воде в низину, следует считать скат не меньше 0,006—0,01 саженей, тем более, если русло отвода—канавы с немоощенным дном, быстро зарастающая травой.

Главнейшими способами отвода служат: а) *Отвод воды открытыми канавами* и б) *Отвод воды дренажами*.

А) Отвод воды открытыми канавами.

Такой отвод может быть достигнут:

1) *Приданием правильного вида* поперечному и, в особенности, продольному *профилю кюветов*, в тех случаях, когда причиной образования пучин является застой воды в кюветах вдоль полотна дороги от плохой прочистки таковых или от неправильного уклона. На большинстве наших железных дорог, к сожалению, не обращалось и не обращается должного внимания на правильную очистку кюветов, при чем таковая возлагается или на путевую стражу или на ремонтных рабочих или отдается, наконец, сдельно мелким рядчикам. В первых двух случаях производится в действительности одно лишь «ковыряние» кювета без визирки лишь бы отбыть урок, заданный дорожным мастером. В последнем—мелкий рядчик, плохо и сам-то понимающий работу по визирке, стремится лишь к одному: выгнать побольше погонных саженей в день, довольствуясь в самом благоприятном случае лишь тем, чтобы точки, где он ставил визирку, удовлетворяли бы общему уклону, и нисколько не заботясь, что пространство *между* этими точками понижено или, наоборот, представляет бугор. Мало того, иногда очистка кювета ведется не откосом, а канавкою с отвесными краями *видж* (черт. 36), при чем части *а* и *б* при первых же сколько-нибудь сильных дождях сплывают в кювет. Как сторожа, так и рядчики стараются накидать вынутую из кювета грязь прямо на откос выемки, откуда таковая снова сплывает в кювет. Кроме того, одною из основных причин нарушения первоначально правильного вида кюветов является безобразное отношение некоторых дорожных мастеров к балласту, выгружаемому на путь для сплошной подѐмки: дорожному мастеру лень вести крайне кропотливую работу подѐмки на надлежащую высоту, и он, пользуясь обстоятельствами случайно недостаточного надзора, берет и планирует этот балласт по берме, ограничиваясь меньшей подѐжкой; при этом балласт наращивает ближайший край кювета, мало-по-малу обрастает травой и частью сужает сечение кювета, частью же засоряет дно такового. Засорение кювета может произойти и от небрежной выгрузки балласта, где таковой вместо междупутья (в случае двойного пути) или вместо запасного полотна (в случае одиночного пути)—выгружается прямо на бровку пути смежную с кюветом, откуда он, от сотрясения при проходе поездов, и сползает в кювет. Чертеж 37 представляет в плане такое ненормальное полотно, образовавшееся на 45 версте Московско-Нижегородской ж. д. от вышеуказанных причин (при нормальной ширине в 4,60 с.).

Такое же засорение кювета может произойти на дорогах, где есть верхнее покрытие щебнем, и оттого, что при зимней очистке пути и летнем раскрытии щебня для ремонтных работ, часть щебня

попадает в кювет. Работу по исправлению подобного рода запущенных кюветов следует обязательно производить *только* после тщательной нивеллировки и производство ее поручать, хотя бы и с некоторою переплатою денег, лишь благонадежному землекопу-подрядчику с настоящими землекопами-рабочими, хорошо знакомыми с визиркою, притом обязательно ставить для надзора своего добросовестного десятника; принимать же работу от подрядчика—также после тщательной проверки уклона нивелиром. Чертеж 38 представляет часть продольного профиля кювета 36 и 37 верст Московско-Нижегородской жел. дороги, где основною причиною пучин является допущение вышеуказанных неправильностей. Первоначально идеально, можно сказать, построенное французскими инженерами полотно и кюветы (большею частью мощеные) во время эксплуатации частным Обществом были настолько сильно запущены, что всецело утратили свой первоначально правильный профиль и являются теперь источниками весьма больших затрат по ремонту пучин.

II. *Углубление кюветов*—настолько, чтобы дно таковых лежало несколько ниже дна водотоков, насыщающих полотно водою. Определение притока воды делается способом, указанным в § 7. Заложение же дна углубленного кювета зависит, главным образом, от двух обстоятельств: а) от уровня той низменности, куда предполагается отвод воды, и б) от глубины промерзания грунта (§ 14).

Переходя к описанию способов углубления кюветов, заметим прежде всего, что выбор того или другого способа зависит: 1) от качества грунта, 2) протяжения отводного кювета и 3) от глубины осушаемой выемки.

При крепких грунтах и не особенно глубоких выемках можно применять способ:

а) *Непосредственного углубления со срезкою откосов выемки* до более пологого очертания (например, двойного откоса). При этом дно канав полезно вымостить камнем, откосы же на высоту 0,50—0,60 саж. (1,07—1,28 м.) сплошь дерном, а выше дерновкою крестами с засыпкою растительною землею и засевкою травою. В обеспечение сползания откосов делаются в таковых дренажные выпуски указанных на чертежах 39 и 40а и 40б типов глубиною от 0,66 до 1 саж. (1,41—2,14 м.) и шириною 0,25 саж. (54 см.). Грунтовая вода из полотна выпускается в углубленные кюветы поперечными дренажами, заложенными *в середине междупутья* (в случае двойного пути), *на границе бровки пути запасного полотна* (в случае одного пути при насыпи под два пути) и, наконец, *между рельс* (в случае полотна под один путь) несколько ниже (0,10—0,15 сажени) (21—32 см.) наиболее пониженной точки балластного корыта (черт. 39). Выходные же концы дренажей в кюветах располагаются на несколько соток выше дна углубленного кювета. Такой способ углубления кюветов в широких размерах был употреблен до 1894 года на Московско-Курской ж. д.¹⁾, но, будучи применен в выемках с крайне неустойчивым грунтом, давал хорошие результаты лишь в первое время существования углубленных кюветов. Засим в сравнительно короткое время откосы снова сплывали, бока канав также, а мостовая выпучивалась: в результате являлась необходимость или новой срезки откосов, чистки и углубления кюветов и перемачивания мостовой или же перехода к иному более соответ-

¹⁾ Например, на 186, 197, 225, 226, 229, 248, 262 верст, и т. д.

ствующему местным условиям способу, другими словами, подтвердилось вышеуказанное положение: что устраивать отвод подобного рода канавами можно лишь в устойчивых грунтах.

На Александровской железной дороге такого рода углубления кюветов, благодаря лучшему качеству грунта (в смысле устойчивости) дало более благоприятные результаты. Так, например, осушение пучинистого полотна на станции Красное достигнуто углублением кюветов на 0,35 сажени (0,75 м.) с укреплением дна и откосов кюветов сплошной одерновкою, а откосов выемки—крестами с засыпкою растительною землею. В других местах той же дороги осушение полотна достигнуто углублением кюветов на несколько большую глубину (до 0,57 саж.) (1,22 м.) с увеличением общего уклона кювета с 0,008 до 0,01.

В более неустойчивых грунтах следует давать преимущество другим более целесообразным приемам, а именно: б) *Способу углубления со срезкою одного лишь откоса и укреплением его контр-форсом.* При этом путевой откос кювета остается нетронутым, полевой же откос срезается и упирается подошвою в контр-форс. Такие работы произведены в довольно широких размерах на Московско-Курской ж. д.¹⁾, где контр-форсы устроены в виде подпорных стенок из крупного бутового камня на мху с дренажными выпусками через каждые 5—10 саж. (10,7—21,40 м.).

Несмотря на относительную прочность каменных контр-форсов, они через несколько лет или выпираются из-под откоса частями или же выдвигаются из-под него целою стенкою *сплошь*, уменьшая сечение кювета, вследствие чего приходится сносить за такою сплывшею стенкою часть откоса, разобрать стенку, сложить вновь и засыпать сзади землею для образования искусственного откоса. Причину разрушения таких контр-форсов служит в первом случае то обстоятельство, что пучинистый грунт откоса при замерзании вспучивается и давит на кладку; во втором—то, что имеющаяся за контр-форсом грунтовая вода способствует размягчению грунта у подошвы стенки, вследствие чего таковой под тяжестью кладки поддается и позволяет стенке сползать.

Гораздо прочнее контр-форс из каменной кладки на портландском цементе²⁾ (черт. 41), при чем для выпуска скопляющейся за ним воды устроены в нем поперечные выпуски *аа*. Работа эта, по своей дороговизне, применяется лишь в исключительных случаях.

в) *Способ углубления кюветов без срезки откосов, но с укреплением углубленной канавы деревянными вертикальными стенками* применяется в особо плавучих грунтах, где нет возможности углубиться сколько-нибудь значительно без того, чтобы выкопанную канаву в скором времени не затягивало бы грязью, с сползанием прилегающих откосов. Из существующих способов можно отметить следующие:

1) *Обделку стенок углубленного кювета досками или старыми шпалами*, закладываемыми горизонтально за свайки (черт. 42) из старых же шпал или телеграфных старых столбов. Такого рода ограждение хорошо пропускает просачивающуюся воду, но не особенно долговечно и может быть с успехом применено в слабом, но отнюдь не *жидком* грунте, так как в последнем случае просачивающаяся

¹⁾ Например, на 229, 238 и др. верстах.

²⁾ Например, на 2 и 4 верстах Московско-Курской ж. д.

вместе с водою грязь скоро затягивает кювет. Несколько более прочна обделка углубленной канавы, показанная на чертеже 43, из стоек с распорками, вытесанными из старых шпал, за которые заложены горизонтально-плотно притесанные по шнуру пластины. При устройстве подобного рода углубленного кювета на Рыбинско-Бологовском участке Северо-Западных дорог высота пучин уменьшилась с 0,05 до 0,03 сажени (11 см.—6 см.).

2) Обделку стенок углубленных кюветов забойкою сплошных рядов свай из старых шпал с устройством распорных рам¹⁾. При этом поступают так: углубляют кювет настолько, чтобы отвесные бока углубленной части могли бы некоторое время стоять без укрепления, затем забивают ручною бабою направляющие сваи из старых шпал, через каждые 1,25 сажени (2,68 м.), и к ним прибавляют направляющую схватку из пластины, за которую тою же ручною бабою забивают сплошной ряд свай из старых шпал. То же самое делают и с противоположной стороны. Когда все сваи на протяжении звена (1,25 саж.) (2,68 м.) забиты, то земля между ними вынимается и вставляются вверху и внизу (черт. 44) распорные рамы из продольных схваток *сс* и распорок *рр* и стоек *п*. Рамы эти делаются также из старых шпал, при чем в продольной схватке *с* (целая шпала длиной 1,25 саж.) делается врубка в пол-дерева, а в распорке *р* (из куска шпалы $\frac{1,25}{4} = 0,31$ саж.) (66 см.) соответственно нарубается шип, который доходит только до половины вырубки схватки *с*. В получившееся гнездо вставляют шип, нарубленный на стойке *п*. Порядок установки распорок такой: сначала укладываются нижние схватки *с*, затем их распирают распорками *р*, потом вставляют стойки *п* и в такой же последовательности укладывают верхнюю раму. Дно кювета между нижними распорками замащивается.

3) Обделку углубляемых кюветов деревянным рубленным ряжевым лотком из старых годных шпал²⁾. Для этой цели полезно употреблять или старые годные пропитанные или старые годные дубовые шпалы. При этом до приступа к земляной работе на полосе отчуждения, вдоль предполагаемого к углублению кювета, рубятся звеньями в 1—1 $\frac{1}{3}$ сажени (2,14—3,21 м.) длиной,—трехсторонные срубы (в виде опрокинутой буквы П (черт. 45), при чем все три стороны делаются, каждая длиной в пол-шпалы и на венец идет, таким образом, 1 $\frac{1}{2}$ шпалы. Одновременно с этим заготавливаются из 4-х вершкового (176 мм.) лесу распорные рамы, длиной до 3 саж., состоящие из схваток *а* с распорками *б*, врубленных в схватки лапою. Кроме того, приготавливаются также одинаковой длины наружные схватки из пластин. Когда наготовлено достаточное количество таких срубов и распорных рам—приступают к земляной работе, делая сразу углубление на полную высоту ряжевого ящика на протяжении одного готового звена и вставляя такое готовое звено целиком в углубленный кювет. После чего вставляется следующее звено и т. д. до протяжения равного готовому звену распорной рамы (3 сажени) (6,42 м.), которая немедленно загоняется сверху в ряжевой ящик. Когда вся работа установки лотков и распорных рам готова, их выверяют по шнуру и отвесу, а дно по требуемому уклону. Затем закладывают сзади пластинные схватки *в* и сбалчивают раму *а* с первыми болтами из $\frac{3}{4}$ "—1" (18—25 мм.) круглого железа.

¹⁾ Способ Инженера Онуфровича.

²⁾ Способ Инженера Любимова.

Подверженная попеременному действию влаги и суши верхняя часть деревянного кювета осмаливается в пропорции 1 части жидкой смолы на 2 части пику. За стенками лотка насыпается с плотной утрамбовкою земля. Поверх схваток бровке откоса придается полукруглый откос и таковая дернуется сплошь.

Преимущество сего способа заключается в том, что он:

- а) Применим в самых плавучих грунтах.
- б) Очистка лотка чрезвычайно удобна, так как он открыт.
- в) На зиму лоток прикрывается старыми шпалами, и весной, следовательно, не требуется расхода на его очистку.
- г) Полотно дороги, будучи прикрыто такою обделкою, почти что не промерзает с боков, и, кроме того, повышается линия промерзания грунта.
- д) Если такого рода деревянная обделка устроена с обеих сторон пути, то полотно на неустойчивом грунте приобретает полную устойчивость.
- е) Позволяет, благодаря возможности опустить ряжевую обделку довольно низко, *перехватить* если не весь водоток, то, по крайней мере, значительную часть его.

Из произведенных нами по сему способу работ большинство оказалось вполне целесообразными и, если не достигнуто во всех случаях абсолютного уничтожения пучин, то, по крайней мере, уничтожено каждый раз весьма значительное количество таковых, а высота оставшихся понижена от 3 до 5 раз. Лучше всего производить заготовку деревянных частей лотка зимою, когда рабочие руки дешевле, а самую установку делать в конце августа, совпадающего, обыкновенно, с наиболее сухою погодою и уже значительным понижением грунтовых вод.

К числу наиболее удачных работ, произведенных нами по вышеописанному способу, относятся: осушение пучинистого полотна на 197 версте Московско-Курской жел. дороги и такая же работа на 58 версте Московско-Нижегородской железной дороги.

а) *Выемка 197 версты*, между станциями Ясенки и Козловская Засаека, изобиловала таким значительным количеством пучинистых мест, что с самого основания дороги не было почти года, где бы ни производилось над нею различных работ, чтобы хоть отчасти уменьшить влияние пучин на путь. Выемка эта, благодаря своим печальным качествам, приобрела среди окрестных жителей даже особое прозвище «грязной».

Топографические условия выемки следующие: расположена она по оси косогора, с притоком воды к обоим кюветам. Грунт—слой синей плотной глины, засим плавун на толстом слое такой же синей глины. Местами попадались прослойки камня.

Путь (двойной) идет по закруглению $P=750$ сажен (1600 м.) и уклону 0,0086. Длина выемки почти 1 верста. Глубина 5,30 сажени (11,34 м.). Высота пучин 0,07—0,085 сажени (15—18 см.).

До наступления 1894 года, в различное время, в выемке были устроены: а) продольные дренажи по оси междупутья из гончарных труб с дренажными очистительными колодцами, числом 17, глубиною от 1,25 до 1,50 саж. (2,68—3,21 м.); б) значительно уширены и углублены кюветы с вымощением камнем на мху; в) утолщен слой балласта до 0,35—0,50 саж. (0,75—1,07 м.). Во избежание же ежегодно повторявшихся сплывов откосов—таковым придан двойной уклон с устройством у подошвы бермы шириною до $1\frac{1}{2}$ сажени (3,21 м.) и многочисленными каменными дренажами по откосам. Меры эти, однако, пользы не принесли, так как гончарные трубы дренажей, а равно и самые колодцы быстро затягивались плавуну и, при таких условиях, совершенно бездейство-

вали, при чем эти 17 колодцев способствовали, вдобавок, еще большей неустойчивости пути, благодаря осадкам балласта вокруг срубов и ослаблению поперечной профили семнадцатую сравнительно близко лежавшими друг от друга (10 сажень) (21,4 м.) глубокими отверстиями.

Мало того, в некоторых местах по оси междупутья замечались даже продольные трещины, а по краям кюветов выпирание в тех же местах полотна, благодаря чему сужалось поперечное сечение таких и образовывалось искусственное препятствие стоку воды, а на пути происходили настолько ощутительные просадки, что приходилось делать новую подсыпку балласта. Понятно, что при таких условиях в местах осадок получались значительные балластные корыта, способствовавшие лишь усилению пучин.

Летом 1893 года была произведена новая очистка дренажных колодцев и труб, кои оказались почти сплошь затянутыми плывуном и служили лишь местом пристанища лягушек и водяных ящериц.

В виду сего, в 1894 году было начато осушение выемки по указанному выше способу, а в 1895 и 1896 годах продолжены такие же работы в той же выемке, при чем результаты получались каждый раз весьма удовлетворительные: коренные пучины на протяжении произведенных работ исчезли полностью, остались лишь одни верховые, что обусловливается как плохим качеством самого балласта, так и тем обстоятельством, что число дренажных выпусков из балластных корыт недостаточно (сделано по одному выпуску на каждом звене 28' рельс).

Стоимость работ по вышеуказанному способу выражается ниже-следующими цифрами:

Стоимость ¹⁾ 150 пог. саж. (321 метр) лотка с устройством 38 поперечных дренажей:

1) Земляные работы и дерновка	=	514 р. 68 к.
2) Устройство поперечных дренажей	=	66 » 70 »
3) Плотничные работы (считая устройство сруба, распорок, схваток, заболчение болтов, осмолку и установку сруба) по 8 руб. пог. саж.	=	1.200 » — »
4) Нагрузка и выгрузка материалов	=	76 » — »
5) Стоимость бутового камня	=	150 » — »
6) Лесной материал:		
Бревен сосновых длиною 9 арш., толщ. 4 вершка, штук 125 по 1 р. 20 к.	=	150 » — »
Пластин 9 арш. 2 ¹ / ₂ вершка, шт. 100	=	120 » 80 »
Шпал старых дубовых, шт. 444	=	44 » 40 »
Тёсу длиною 3 арш., толщиной 1" шт. 5	=	2 » 45 »
7) Смолы густой и жидкой пудов 40	=	29 » 90 »
8) Железа круглого диам. ⁷ / ₈ " пудов 7	=	13 » 30 »
» » » 1" » 1	=	1 » 80 »
» » » ⁵ / ₈ " 2 пуд. 19 фун.	=	5 » 57 »
» » » ³ / ₄ " 28 пуд. 22 фун.	=	64 » 24 »
9) Бетонных дренажных трубочек с кольцами штук 38	=	15 » 20 »

Итого стоимость 150 п. с. . . = 2.455 р. 04 к.

Стоимость 1 пог. сажени . . . = 16 » 37 »

» 1 пог. метра . . . = 7 » 34 »

¹⁾ По ценам до 1914 года.

6) *Выемка 58 версты Московско-Нижегородской железной дороги* (черт. 22). *Топографические условия.* Выемка расположена по оси косо-гора, где водотоки идут под весьма острым углом к оси пути, с общим уклоном в сторону речки Вохонки (притока р. Клязьмы). Грунт под путем слой торфа (снятый при устройстве полотна), подторфяной мелкий илистый белый песок, затем плывун с гнездами желтой глины, расположенный на толстом пласте синева-серой плотной глины (черт. 1). *Состояние выемки до 1895 г.:* сплывшие откосы, заплывшие кюветы, распертые распорками из шпал, а местами досками, забранными за шпальные свайки. Высота пучин до *0,14 сажени* (30 см.). После произведенных летом 1895 года указанным выше способов работ в кювете со стороны Московского пути (с устройством поперечных выпусков из балластных корыт) посредине каждого звена рельс на протяжении 200 пог. саж. (428 м.) в выемке: 1) *уничтожились* на протяжении 108¹⁾ пог. саж. (231 м.) пучины *совсем*, 2) на протяжении 58 пог. саж. (124 м.) остались пучины величиною от 0,002 (4 м.м.) до 0,011 сажени 2 см., вместо первоначальной высоты *0,14 сажени*, и 3) на протяжении 34 пог. саж. (73 м.) остались пучины высотой от 0,034 до 0,077 (7—16 см.) (см. черт. 22). Ввиду удовлетворительности результатов в 1896 году работы продолжены с Московской стороны еще на 50 пог. саж. (107 м.), и со стороны Нижегородского пути устроен такой же рубленый лоток в соответствующем кювете. По произведенной в январе 1897 года нивелировке Нижегородского пути результаты получились также весьма удовлетворительные, за исключением такого же бугра в 0,077 сажени (16 см.), какой виден (см. черт. 22) на профиле Московского пути, что показывает, полагаем, что здесь проходит главный водоток плывуна, и что насыщение волосностью почвы под полотном слишком велико для удовлетворительного отвода воды из балластных, весьма глубоких корыт поперечными дренажами по одному на каждом 28' звене²⁾).

Б. Отвод воды закрытым канавами (дренажами).

§ 27. Отвод воды дренажами имеет целью или перехватить всю воду водотоков или же, по крайней мере, значительную часть ее и тем понизить уровень грунтовых вод. При определении глубины закладки дренажей следует руководствоваться теми соображениями, кои были уже высказаны в п. II статьи об отводе воды открытыми канавами. В частности же, необходимо принять во внимание и нижеследующие соображения: *глубина укладки* зависит в значительной степени и от рода грунта: так в сильно насыщенных водою плывунах следует закладывать дренажные трубы *под* ними в непроницаемом пласте подошвы; в торфянистых грунтах — на непроницаемой подпочве и т. д., в том и другом случае, во избежание слишком быстрого затягивания плывуном или грязью. Так как такому обстоятельству более всего подвержены дренажи малых сечений, то, устраивая *дренаж*, нужно *делать* его сравнительно *большого сечения* и, по возможности, легко доступным периодической очистке. Кроме того, сечение его должно

¹⁾ Часть выемки не помещена на чертеже.

²⁾ В виду сего, летом 1898 года предполаген был добавочный отвод воды в этом месте.

соответствовать количеству поступающе в него воды или даже быть с некоторым запасом. Равным образом уклон должен быть такой величины, чтобы вода без застоя стекала в соответствующие низины. В большинстве случаев уклон этот находится в зависимости от уклона продольного профиля полотна дороги и может быть изменяем лишь в тех границах, кои возможны по местным условиям (положение низины, куда можно сделать отвод воды), а равно и от того материала, коим предполагается произвести дренажировку. Так для дренажа из гончарных или бетонных труб уклон может быть допущен в 0,002, но лучше брать его более; для каменных же дренажей отнюдь не менее 0,006—0,08 и до 0,01 саж. Вообще, чем скорость течения в дренаже больше, тем медленнее он будет засоряться.

Зная уклон дренажа и задавшись сечением дренажа, не трудно определить и самую скорость течения воды, а затем и секундный ее расход¹⁾. Пусть таковой равен Q . Если определенный по § 7 расход воды водотока: Q_1 будет $\leq Q$, то выбранное сечение дренажа будет достаточно.

По месту расположения дренажи могут быть или под осью полотна (черт. 46) или в кюветах такового (черт. 47). В том и другом случае через известные промежутки (от 10 до 30 саж.) необходимо устраивать колодцы для возможности прочистки труб. В колодцах прикрепляются концы медной отоженной проволоки, проходящей из одного колодца в другой. К такой проволоке прикрепляется веревка с мочалой, которой и прочищают трубы (черт. 48 и 49). Иногда очистка труб производится при помощи промывки водою под сильным напором. Колодцы обыкновенно делают деревянные сечения $0,33 \times 0,33$ или $0,33 \times 0,50$ саж. с проконопаткою венцов мохом и устройством двойных люков, пространство между которыми заполняется на зиму навозом, соломой или сухим листом. Колодцы располагаются в том случае, если выемка на закруглении—и во всех углах поворота, независимо от вышеуказанного взаимного расстояния.

§ 28. Различные виды дренажей и опытные данные о них.

а) Дренаж из гончарных труб с кольцами (муфтами) (черт. 39, 48 и 49). Диаметр гончарных труб обыкновенно $2\frac{1}{2}$ "—3"—4" (63—75—100 мм.). Дренаж по такому типу устроен на Сызрано-Вяземской ж. д.²⁾ в кювете при грунте с напластованиями: желтая глина с примесью

¹⁾ По формуле Дарси, где $v = \sqrt{\frac{Ri}{\varphi}}$. . . (1) и $Q = \omega \cdot v$. . . (2), но R —средний радиус $= \frac{\omega}{p}$ —отношению площади поперечного сечения к смачиваемому периметру. Тогда $p = 2\pi r$; $\omega = \pi r^2$. Из (1) имеем:

$$v^2 = \frac{Ri}{\varphi} = \frac{\omega i}{p\varphi} = \frac{r i}{2\varphi}$$

или, имея в виду (2):

$$\frac{Q^2}{\omega^2} = \frac{r i}{2\varphi} = \frac{Q^2}{\pi^2 r^4}$$

$$Q = \sqrt{\frac{r^5 i \pi^2}{2\varphi}} = \sqrt{\frac{\partial^5 \pi^2 i}{64\varphi}} \text{ фут}$$

где ∂ —некоторый численный коэффициент, зависящий от материала диаметра и расхода и равный 0,0002.

²⁾ На 1.238 версте.

песку, черная глина с примесью песку и чистая черная глина, причем самое полотно под путем расположено в слое желтой глины с песком. Глубина заложения 1,05 с. (2,25 м.) ниже поверхности полотна дороги. Для укладки дна кювета с 0,30 с. (64 см.) углублено до 1,10 сажени (2,35 м.). В образовавшуюся канаву насыпан слой щебня 0,05 (11 см.), на котором уложены гончарные $2\frac{1}{2}$ " (63 мм.) трубы и засыпаны сверху также щебнем на высоту 0,20 саж. (43 см.). Затем вся канавка до дна кювета засыпана с плотной укатанной землей. Дно и откосы кювета вымощены камнем на мху на высоту 0,10 (21 см.), а далее одернованы. Результаты работ: значительное понижение высоты пучин. На Александровской ж. д. подобного рода работы произведены в весьма широких размерах. Глубина укладки дренажей не менее 0,70 сажени (1,5 м.). Трубы с кольцами. Диаметр трубы от 3"—4" (75—100 мм.). *Во избежание просадок под трубами прокладывались сначала доски, а под стыки досок подкладки.* Зазор между кольцами и трубами проконопачивался мхом. Трубы удерживались от сдвига с досок засунутыми с боков камнями. Поверх труб на высоту 0,30 саж. (64 см.) насыпали песком, затем местный грунт с плотной укатанкой (черт. 48). Результат получался каждый раз удовлетворительный.

На Юго-Западных дорогах гончарные дренажи из труб диаметром 2" (50 см.) с кольцами, уложены на 316 версте главной линии. Глубина заложения 0,65 саж. (1,39 м.) ниже дна кюветов. Сверху дренажи покрыты *фашинником*. Первоначальное действие было удовлетворительно, но вскоре случилось засорение труб, благодаря малому диаметру таковых.

б) *Дренаж из цементных труб с муфтами.* Диаметр труб от 2" до 4" (50—100 мм.). На Александровской ж. д. удачно действуют такого рода дренажи во многих местах. Так, например, на 418 и 419 верстах уложен под кюветом цементный дренаж для осушения пучинистого полотна, расположенного на косогоре в грунте из твердой сильнейшей глины с песчаными прослойками. Глубина заложения дренажа 1,12 с. (2,40 м.) ниже подошвы рельс. Через каждые 30 саж. (64 м.) устроены очистительные колодцы сечения $0,33 \times 0,33$ саж. ($0,70 \times 0,70$ см.) с двойными люками. Дренажные трубы в виду значительного количества жидкой грязи в выкапывавшихся для их укладки канавах быстро затягивались сею последнею, и посему, во избежание упомянутого обстоятельства, укладку пришлось вести так: трубы были уложены сначала в *досчатый лоток*, сверху которого положен ивовый хворост, а уже потом насыпалась, с плотной укатанкой, земля до дна кювета. Уклон дренажа 0,008. В результате получилось почти полное прекращение пучин.

На Московско-Нижегородской жел. дороге дренажи из цементных 3" (75 мм.) труб с кольцами уложены в выемках 58 и 59 верст в 1895 и 1896 годах для поперечного дренирования балластных корыт, с выпуском в деревянные ряжевые кюветные лотки описанного выше устройства. Вокруг труб сложены п-образные желоба из плитообразного камня, затем сверху них насыпан слой камня 0,15 саж., покрытый, в свою очередь, двумя рядами дерна травой вниз. Дренажи действуют покуда удовлетворительно (черт. 50).

в) *Каменные дренажи.* Для этого по оси полотна или чаще под кюветами прорывают траншею до проектного уровня заложения дренажа. Затем насыпается слой камня или же сначала устраивается из

плитняка каменный желоб вида \wedge или π , а потом уже делается насыпка камня толщиной 0,15—0,30 саж. (32—64 см.), поверх которого кладут плашмя дерн, а затем засыпают с плотной утрамбовкой местным грунтом. Уклон и прочие условия дренажа определяются, как и в прочих случаях. Относительно формы поперечного сечения таких трубочек можно думать, что π -образный вид более целесообразен, особенно, если боковые грани больше ширины сечения, так при таких условиях трубочка будет дольше работать, ибо наносы будут складываться прежде всего на дне ее, не задевая за верхнюю полку.

Такого рода дренажи устроены, между прочим, на следующих дорогах:

Юго-западные дорож. На 399 и 499 верстах заложены дренажи под кюветами. При этом в кюветах вырывалась траншея глубиной от 0,70—0,90 саж. (1,50—1,93 м.) ниже дна кювета, с уклоном 0,005. На дне вырытой канавы прокладывался треугольный желоб из плитняка с засыпкою сверху на 0,30 (64 см.) сажени камнем. Сверх камня укладывался плашмя дерн, травкою вниз, затем канава засыпалась с плотной утрамбовкою глиною. Дно кювета поверх этой засыпки замащивалось. Такой дренаж действовал хорошо первые 2—3 зимы, засим засорился.

На Балтийской линии Сев.-Западных жел. дор. на 155 и 156 верстах на протяжении 400 саж. (856 м.) устроен *щебеночный* дренаж нижеследующим путем: посредине полотна дороги вырыта траншея глубиной в 1 сажень (2,14 м.) и затем засыпана щебнем доверху. Мера эта оказалась целесообразною, так как пучины заметно уменьшились.

На Пермской жел. дороге устраиваются π -образные каменные дренажи по оси кюветов, на глубине 0,75 саж. (1,61 м.) от дна таковых. Поверх каменного желоба—слой щебня в 0,20 саж. (43 см.); затем дерн плашмя, глина и мощение кювета. Отстойные колодцы делаются лишь в длинных выемках. Действие дренажей удовлетворительно.

На Юго-Восточных дорогах дренаж делается из таких же плитных π -образных желобов, поверх которых устраивается кладка из камня на мзу, затем два ряда дерна плашмя, а остальное пространство заполняется глиною. Дренаж действует удовлетворительно, но не устраняет совсем пучин.

На Московско-Нижегородской жел. дороге в выемках 38 и 39 версты устроены осенью 1896 г. каменные поперечные дренажные выпуски из балластных корыт в углубленные кюветы при условии заложения начального конца дренажа в междупутьи на глубине 0,66 саж. (1,4 м.), а с выходного конца в кювете на глубине 1,10 саж. (2,35 м.). Дренаж на каждом звене рельс в ширину ящика между шпалами. Прокопав траншею между шпалами на дне таковой укладывался тесовый желоб в виде буквы π , при чем крышка желоба снималась сначала, затем в желобе укладывалась каменная π -же образная трубочка из плитняка, прикрывавшаяся после сего крышкою тесового желоба. Поверх сего последнего насыпался слой булыжника в 0,15 саж. (32 см.), сверх которого располагались два ряда дерна плашмя, затем сыпался доверху балласт. Действие дренажа 1896—1897 г. в общем удовлетворительно, так как пучины понизились с 0,08 саж. (14 см.) до 0,03 саж. (6 см.) (черт. 51). На Юго-Западных дорогах на 244 версте устроен дренаж из Одесского плучного камня (песчаника), при общей длине

в 400 п. саж. (856 м.) и с отстойными колодцами через каждые 100 саж. (214 м.), с глубиною заложения 0,80 с. (1,71 м.) ниже дна кювета. Сечение трубки (черт. 52) 5 вершков (220 м.). Общая наружная высота каменной трубы 15 вершков (660 мм.). С устройством вышеозначенного дренажа пучины совершенно прекратились¹⁾.

Фашинные дренажи (черт. 53). Поперечное сечение подобного рода дренажей видно из чертежа. Для фашинника употребляется *ивовый* или *ольховый* свежий хворост. Такого рода дренаж, однако, весьма быстро затягивается и перестает действовать. Фашинный дренаж устроен на товарной станции Рыбинск—Виндаво—Рыбинской линии Сев.-Зап. ж. д.: ширина дренажей 0,30 саж. (64 см.), глубина 0,70 саж. (1,5 м.). Через каждые 5 сажен устроены такие же поперечные выпуски до отводных кюветов.

д) *Деревянные дренажи*. Такого рода дренажи могут быть устроены в виде Δ или π -образных желобов из досок или из пластин, сколоченных несомненно плотно, дабы через швы могла бы фильтровать вода в самый желоб. Трубы такого рода, находясь постоянно в грунте, пропитанном водою, весьма долговечны. Примером деревянного дренажа может служить дренаж, устроенный на 1076 версте Сызрано-Вяземской железной дороги: для каждого звена дренажных труб употреблены по три старых годных шпалы, соединенных в стыках: одно звено с другим шпонками, при Δ сечении желоба (черт. 54). Дренаж этот, работая в общем удовлетворительно (и зиму и летом идет через него вода), не был, однакоже, в состоянии оказать существенного влияния на уменьшение пучин.

§ 29. Уменьшение пучин покрытием полотна веществами, свободно пропускающими воду и дурно проводящими тепло. Основная мысль вышеозначенного способа заключается в том, чтобы покрытием полотна веществами, обладающими вышеприведенными свойствами, *добиться такого положения* линии промерзания, *при котором она была бы искусственным путем повышена до слоя свободного как от влияния дождевой воды, так и от действия грунтовых вод, так как при таких обстоятельствах исключается возможность постепенного намерзания воды,—а, следовательно, и самых пучин*. Теоретические данные, необходимые для целесообразного решения о повышении линии промерзания грунта, рассмотрены были нами выше (§ 14), что же касается до практических данных, то вышеозначенного рода работы могут быть сведены к двум разрядам: 1) *к увеличению толщины балластного слоя* и 2) *к оставлению на зиму пучинистых мест под прикрытием толстого слоя снега*.

1) Обращаясь к первому из названных приемов, отметим то обстоятельство, что при выполнении такой работы приходится менять первоначальный профиль линии, и посему пользоваться таким способом можно только в тех случаях, *когда получающиеся новые уклоны не будут больше предельных*, допускаемых по техническим условиям для той или другой дороги. Насколько в общем меняется профиль при применении сего способа — можно видеть из профиля 53 версты Московско-Нижегородской жел. дор. (черт. 22), обстоятельства изменения которого были уже нами рассмотрены²⁾.

¹⁾ V Совец. Съезд Инженеров 1889 г.
Сл. Пути. Доклад инженера С. Д. Карейши.

²⁾ § 17.

Величины досыпки балласта на различных дорогах различны и находятся в зависимости от местных условий: некоторые дороги увеличивают толщину балластного слоя до 0,40 с; (0,86 м.), другие даже до 0,55 с¹⁾. (1,18 м). При этом оказывается, что там, где глубина промерзания и расстояние таковой от поверхности было рассчитано более или менее правильно,—результаты получались удовлетворительные, но в *общем* можно лишь сказать, что способом этим покуда достигнуто лишь осязательное *уменьшение* высоты пучин, но отнюдь не уничтожение таковых. По мнению инженера Штукенберга²⁾, неудовлетворительные результаты применения вышеозначенного способа, наблюдавшиеся им на Николаевской железной дороге, указывали лишь на то обстоятельство, что высота досыпки не соответствовала надлежащему выведению линии промерзания из района влияния грунтовых вод. Самый способ производства работ заключается в том, что, разровняв (черт. 55) старый балласт из положения *a, б, в, г* высоты *h₁* в положение *a₁, б₁, в₁, г₁*, досыпают необходимый слой до расчетной высоты *h₂*. Во избежание спалзывания балласта в кювет откос балласта вымачивается, или же устраивается обделка кюветов старыми шпалами по одному из рассмотренных выше способов.

Примерами работ по этому способу, давшими удовлетворительные результаты, могут служить нижеследующие:

Самаро-Златоустовская железная дорога. Увеличением толщины балластного слоя до 0,50 сажени (1,07 м.) на 3-х верстах пучинистого перегона Симская-Кропачево достигнуто значительное уменьшение высоты пучин.

Юго-Западные железные дороги. Увеличением балластного слоя на 0,10 сажени (21 см.) в выемках 117 и 118 верст Волочисской ветви пучины понижены с 4 до 2 $\frac{1}{2}$ " (100 мм.—63 мм.).

Виндаво-Рыбинская линия Сев.-Зап. железных дорог. В выемках 25, 34 и 35 верст (Рыбинско-Бологовского участка) доведением балластного слоя до 0,40 сажени (0,86 м.)—понижена высота пучин с 0,06 до 0,02 сажени. (13 см.—4 см.).

Орловско-Грязская линия Юго-Восточных железных дорог. С 1893 года применяется местами увеличение балластного слоя до высоты 0,45—0,55 (0,75 м.—1,18 м.) сажени, при чем получаются удовлетворительные результаты.

II) *Оставление пучинистых мест под прикрытием слоя снега*—одна из излюбленных мер, практикуемых большинством дорожных мастеров на пучинистых околodках. Влияние снежного покрова на промерзаемость грунта выяснено нами в § 10. На практике поступают так: *не* счищают в пучинистых местах снег с кювета, а берму, бровку и путь чистят лишь настолько, насколько это не препятствует свободному следованию подвижного состава, наблюдая при этом лишь за тем, чтобы берма была немного ниже остальной части пути и сопрягалась бы с таковым пологим откосом. Таким приемом можно понизить высоту пучин на 0,02—0,03 сажени (4 см.—6 см.).

III) Есть еще один способ искусственного повышения линии промерзания, практикуемый по словам профессора Карейши³⁾ на австрийских железных дорогах и примененный в виде опыта на 629 и 631

¹⁾ Орловско-Грязская линия Юго-Восточных железных дорог.

²⁾ Инженер 1885. Т. IV, кн. 10, стр. 89.

³⁾ V Совеательный Сезд Инженеров Службы Пути. 1889, стр. 144.

верстах главной линии Юго-Западных железных дорог. Способ этот был предложен ремонтными рабочими чехами и заключается в искусственном *подогревании* полотна *навозом*. С этою целью (черт. 56) в середине междупутья [полотно в вышеозначенных местах—под два пути, но уложен лишь один путь] вырыты канавы глубиною 0,50 сажени (1,07 м.) и шириною 0,30 сажени (64 см.) в первой выемке — длиною 8 сажен (17 м.) а во второй—75 сажен (160 м.). Дно канав имело небольшой уклон, и из них были сделаны выпуски за нулевые точки выемок. Канавы были заполнены доверху конским навозом, и для усиления горения такового через каждые 2—3 сажени (4,28—6,42 м.) были сделаны продушины, состоявшие из небольших снопов соломы, поставленных отвесно. От согревания полотна указанным выше путем пучины почти совсем уничтожились, хотя высота таковых ранее доходила до 0,06 сажени.

§ 30. Устранение пучин в насыпях. До сих пор мы рассматривали способы борьбы с пучинами в выемках. Переходя к рассмотрению работ по уменьшению или даже совершенному устранению пучин *в насыпях* и обратив внимание (§ 8) на причину образования таковых, нетрудно видеть, что меры борьбы против этого рода пучин могут быть сведены к двум работам:

а) К *достижению равномерной передачи давления шпалами на полотно*.

б) К *отводу поступающей в корыта воды*.

Первое обстоятельство возможно лишь при надлежащей толщине балластного слоя: по мнению весьма авторитетного немецкого инженера Шуберта—необходимо в предупреждение образования балластных корыт *увеличивать толщину балластного слоя на величину равную расстоянию между соседними шпалами*. По постановлению XIII съезда Инженеров Службы Пути толщина эта должна быть никак не менее 0,20 сажени ¹⁾ (43 см.) при наилучших условиях грунта; в случае же насыпей, состоящих из жирных глинистых пород, толщину балласта следует увеличить до 0,30—0,40 сажени (64—86 см.).

Отвод воды, попадающей и застаивающейся в балластных корытах, может быть достигнут нижеследующими тремя способами:

а) Устройством *поперечных выпусков* из балластных корыт (по середине каждого звена рельс или же еще чаще), при чем выпуск должен быть заложен обязательно на 0,05—0,10 сажени *ниже дна* балластного корыта и иметь достаточный уклон в сторону от пути.

б) Устройством *продольных дренажей* по оси междупутья с поперечными выпусками такого же рода, как указано в п а.

Последний способ при правильном заложении дренажей может действовать без перекладки труб 4—5 лет, засим большею частью трубы засоряются, и является необходимость в перекладке таковых, что сопряжено с большими неудобствами, особенно на дорогах с бойким движением. В том и другом способе редко когда удается достигнуть полного уничтожения пучин. Вот почему гораздо целесообразнее:

в) Прием *замены грунта наружных краев* корыт: балластом, гравием или вообще *водопроницающим веществом*, но при непременно соблюдении условия, чтобы самые пониженные точки корыт являлись самыми высокими точками полотна в поперечном его профиле (черт. 57).

¹⁾ XIII Совец. Съезд Инженеров Сл. Пути. Стр. 66.

Наглядным примером уничтожения подобного рода пучин может служить работа, произведенная нами в 1893 году на Плавской насыпи Московско-Курской ж. д., где зимою приходилось иметь постоянное дело с верховыми пучинами в 0,015 саж. (3 см.) высотой, а в 1893 году сползла на протяжении около 125 сажень (268 м.) вся правая часть насыпи (Московского пути) и немного тронулся и Курский путь. Бурение показало присутствие на глубине 0,60—0,80 саж. (1,28—1,71 м.) балластных корыт, низ которых был пропитан водою. Вследствие сего пришлось снять всю сползшую часть насыпи и сделать новую присыпку из растительной земли к старой насыпи, обделанной уступами. В виду же того обстоятельства, что насыпь и балластные корыта под Курским путем оставлены были без изменения—пришлось верх новой присыпки на глубине дна балластных корыт Курского пути скосить по *аб* с заменю земли на этом пространстве хорошим балластом и сделать, кроме того, поперечные дренажные каменные выпуски, после чего новая присыпка за три года осела всего на 0,025 сажени (5 см.), и совершенно прекратились всякие пучины.

§ 31. Уничтожение пучин способом замены грунта составляет наиболее действительный прием капитального ремонта пучин в том случае, когда полное преграждение доступа воды к полотну невозможно¹⁾.

На эту сторону устройства земляного полотна до сих пор, к сожалению, не обращено должного внимания. Между тем это вопрос первостепенной важности по тем, поистине, страшным расходам, кои приходится нести на дорогах, где при постройке считали излишним добирать выемки в обильных водою грунтах на *полную глубину промерзания*, с заменю пучинистого грунта до проектного профиля хорошим балластом, с надлежащим отводом воды.

Если такую работу возможно произвести сравнительно с малыми расходами при самой постройке линии, то с переходом дороги в эксплуатацию, когда смена пучинистого грунта сопряжена с значительною задержкою в движении или устройством дорого стоящих обходных путей, стоимость означенной работы достигает весьма внушительных размеров. Если же помириться с оставлением на веки-вечные «пучин» на данной дороге, то это значило бы признать необходимым из года в год постоянный значительный и совершенно непроизводительный расход. Рассматриваемый вопрос особо важен для дорог Северной России и Сибири и в первую очередь для местностей с континентальным климатом, где зачастую происходят резкие скачки в t^0 . Так, например, на Сибирских дорогах бывали случаи таких внезапных перекидок t^0 , как 38^0 за менее, чем 12 часов²⁾.

Как показатель действительно ужасающего влияния пучин на стоимость содержания пути на некоторых дорогах, где при постройке не было принято достаточных мер против них—уместно будет привести нижеследующую таблицу «Сравнительной ведомости рабочей силы на некоторых опытных верстах десяти дорог, одинаковых или почти одинаковых по условиям профиля, одинаковых по условиям верхнего строения, но различных по количеству пучин»³⁾. (Табл. стр. 42).

¹⁾ В этом смысле высказывался и XIII Совестьательный Съезд Инженеров Сл. Пути.

²⁾ Так, в ноябре 1902 г. было в Томске утром в 9 ч. — 46^0P , а к полудню только — 8^0P .

³⁾ См. Инженер Л. Н. Любимов. «Опыт установления действительных расходов по содержанию в должной исправности рельсового пути». 1910 г. Петербург. Стран. 19.

Сравнительная ведомость работной силы на опытных верстах одного и того же околота, одинаковых или почти одинаковых по условиям профиля, условиям верхнего строения, но различных по количеству пучин.

№ по по- рядку.	НАИМЕНОВАНИЕ ДОРОГ.	Опытные версты.	Имеются ли пучины.	Условия профиля.				Количество рабо- чих дней по очередным №м			Отношение I : II по сумме: № 96 + № 128.
				Площ. о.	Уклон i.	Прямая n.	Крив.—кр. Радиус—P.	т с я	пу	чин.	
1	Екатерининская . .	На	опытных Имеются в значит. количестве.	—	$i=0,008$	n 233	$Kp.=267$ $P.=400$	255	345	285	1,5
2	Московского-Курская .	240 (I) 235 (II)	Имеются в менее знач. количестве. Имеются.	—	$i=0,005$	n 298	$Kp.=202$ $P.=1,000$	222	—	146	
3	Моск.-Нижегородск. .	69 (I) 75 (II)	Нет. Имеются в значит. количестве.	—	$i=0,005$	—	—	287	4	225	3,4
4	Моск.-Казанская . .	51 (I) 47 (II)	Имеются в значит. количестве. Почти нет.	—	$i=0,0004$	—	—	147	220	—	
5	Муромская	19 (I) 24 (II)	Имеются. Имеются незначительн.	о 300 о 375	$i=0,004$ $i=0,008$	n n	— —	100 60	371 206	220 52	2,9
6	Никольская	247 (I) 250 (II)	Имеются в значит. количестве. Почти нет.	—	$i=0,003$ $i=0,005$	n n	— —	174 170	364 485	112 27	
7	Орловско-Витебская .	708 (I) 709 (II)	Имеются в значит. количестве. Почти нет.	—	$i=0,004$ $i=0,004$	n 196 n 372	$Kp.=304$ $P.=363$ $P.=463$ $P.=642$	22	—	53	5,2
8	Пермская	55 (I) 65 (II)	Имеются в значит. количестве. Имеются в менее знач. количестве.	—	$i=0,01$ $i=0,009$	n 232 n 271	$Kp.=268$ $P.=250$ $Kp.=229$ $P.=300$	280	19	423	
9	Самаро-Златоустов. .	697 (I) 698 (II)	Имеются. Нет.	о 500 о 50)	—	n n 217	$Kp.=138$ $P.=1,000$	260	—	9	1,9
10	Юго-Западные	345 (I) 347 (II)	Имеются в довольно знач. количестве. Почти нет.	о 202 о 50	$i=0,004$ $i=0,008$	n 500 n 500	— —	581	473	35	
				о 50	$i=0,008$	n 500	—	343	428	2	1,8

Нетрудно видеть, что данные вышеприведенной таблицы показывают, что стоимость ремонта пучинистой версты в среднем в *три* раза более, нежели расход по ремонту не пучинистой:

Предвидеть, какие выемки будут изобиловать пучинами — при окончательных изысканиях уже не так трудно: это вопрос ближайшего знакомства с местностью, где будет расположена соответствующая выемка, и в подлежащих случаях — зондировки буром. Так, например, если будущая выемка расположена на мергелистом косогоре, идущем вдоль берега реки, то почти с уверенностью можно сказать, что такое место будет изобиловать пучинами. Далее, было бы весьма целесообразно и осторожно предвидеть в каждой расценочной ведомости известный % на замену пучинистого грунта в выемках вообще, так как, если бы при окончательных изысканиях невозможно бы было по той или иной причине установить характер грунтов в той или иной выемке, то во время самой постройки качество грунта, несомненно, выяснится с полной достоверностью и тогда еще возможно заблаговременно добрать выемку до пределов промерзания грунта и заменить зыбучий грунт хорошим балластом, с надлежащим отводом воды. В самом деле, если окажется, что полотно выемки при первых же передвижениях подвижного состава рабочих поездов превращается в тестообразную массу, в которой завязывают шпалы, рельсы и сам состав, — то не может быть никаких дальнейших сомнений в грядущем обилии пучин и должна тотчас же начаться замена пучинистого грунта хорошим балластом или, лучше, даже гравием на протяжении всей выемки и устроен надлежащий отвод воды в ближайшую пониженную точку местности.

Так как основная мысль способа замены грунта заключается в том, чтобы грунт пучинистый заменить грунтом, исключающим возможность образования пучин при условии *оставления линии* промерзания грунта в нормальном для данной местности *положении*, то, очевидно замену грунта приходится делать на полную глубину промерзания, иначе нижние слои оставленной пучинистой почвы, в пределах промерзания, будут приподнимать слои сменного над нею грунта. Таким образом прежде, чем приступить к работам по этому способу нужно:

I. Внимательно ознакомиться (§ 10) с *глубиной промерзания* грунта в данной местности.

II. В виду значительной дороговизны работ этого рода *в точности определить* (§ 17) *места* пучин, дабы ограничиться по возможности заменою грунта не всей выемки, а лишь отдельных участков таковой.

III. *Переход* от замененного грунта к местному, в тех местах, где таковой еще пучинист (в том случае, например, если работа замены распределена на несколько лет), делать постепенным пологим откосом ¹⁾, иначе на границе участка замененного грунта с оставленным местным высота пучин из относительной делается абсолютной и может даже увеличиться против прежней: так не редко на такой границе появляются пучины в два или три раза большей высоты, против прежней. Инженеру Климчицкому ²⁾ приходилось наблюдать пучины в 0,11 сажени, (24 см.) там, где раньше высота относительно вспучивания не превышала 0,035 саж. (75 см.).

¹⁾ На Николаевской ж. д. разгон котлована вынутаго грунта „га нет“ делается на протяжении 10 пог. саж.

²⁾ XIII Советательный Съезд Инженеров Сл. Пути. Стр. 41.

Подобного же рода явление пришлось нам наблюдать на 59 версте Московско-Нижегородской ж. д. на границе вполне хорошо осушенного отводом воды полотна с частью не осушенного, при чем величина пучин с 0,03 саж. (6 см.) в означенном месте возрасла до 0,072 (15 см.).

IV. В случае если есть хоть какая-либо возможность *отвести грунтовую воду* и понизить таким путем уровень почвенных вод (на дне образовавшегося при замене грунта котлована) *не следует пренебрегать* этою мерою, так как хотя на некоторых дорогах¹⁾ и получались удовлетворительные результаты и без добавочного отвода воды, но это можно объяснить лишь более или менее благоприятными какими-либо местными обстоятельствами, и не делание отвода вода из котлованов не должно служить общим правилом, ибо при производстве работ замены грунта возможны и такие случаи:

а) По вынугии плывуна или другого пучистого грунта на дне котлована грунтовая вода иногда стоит на довольно высоком уровне (0,30—0,40 сажени), (64—86 см.) и если уровень этот не понизить, то путем волосности (§ 13) вода может подняться еще выше, и вся часть *промоченного* песку, находясь в пределах замерзания, даст возможность образоваться ледяным прослойкам, при чем *таковые* особенно, если песок еще вдобавок мелок, не имея возможности свободно расширяться могут служить причиною, хотя и меньших, против прежнего, пучин; другими словами, при данных условиях, мы возвратились бы к случаю *верховых пучин от балластных корыт*.

б) Если уже никоим образом невозможно устраивать добавочного отвода воды, то следует, по крайней мере, замену грунта на высоту стояния грунтовых вод + высоту под'ема от волосности, производить *крупнозернистыми* материалами, при которых образующиеся ледяные кристаллы имели бы достаточно места для своего расширения, например, щебнем или булыжным камнем, а уже остальную часть гравием или крупнозернистым балластом.

V. *Ширина котлована* для замены пучинистого грунта, как показал опыт²⁾, должна выступать, по меньшей мере, на 0,10 сажени (0,21 см.) за концы шпал, т.-е. быть *не менее 1,45 сажени* (3,30 м.), так как в противном случае, т.-е. когда шпалы, хотя немного проектируются на пучистые края стенок котлована, бывают случаи *новых* пучин.

VI. Что же касается до того, следует ли менять сплошь весь грунт в пучинистой выемке или ограничиться заменою лишь отдельных участков, то, очевидно, *местная* замена грунта предпочтительнее там, где в длинной выемке существует небольшое количество хотя и значительных по высоте, но разбросанных по всему протяжению выемки пучин. К *сплошной* же замене следует прибегать, наоборот, в том случае, где между пучинами небольшие перерывы. Вот почему так важно обратить внимание *до* приступа к работам на точное определение пучин путем нивелировки (§ 17).

Глубина замены грунта находится, как было сказано выше, в зависимости от глубины промерзания в данной местности. Некоторые величины для этой глубины были нами указаны в таблице § 10.

Способ производства работ по замене грунта:

а) *Дорога в два пути*. Один из кюветов засыпается щебнем или покрывается сплошною настилкою из старых годных шпал, затем

¹⁾ С.-Петербургско-Варшавский участок Сев.-Западных дорог и Николаевская.

²⁾ Стр. 41, XII Совещ. Съезд Инженеров Службы пути. 1894.

ближайший к вышеозначенному кювету путь передвигается на приготовленное таким образом полотно. После сего снимается с освобожденной половины двупутного полотна сначала балласт, засим и пучинистый грунт до проектной глубины. Образовавшийся котлован засыпают непучинистым грунтом и передвигают путь на прежнее место. Точно так же поступают и с другим путем. Такой способ применяется на дорогах с настолько бойким движением, что нежелательно тормозить таковое устройством однопутного движения даже на самом коротком протяжении; в противном случае устраивается телеграфный пост, и на пространстве смены грунта движение производится по одному пути.

б) *Дорога в один путь с полотном под один путь.* Порядок производства работ тот же, что и в предыдущем пункте.

в) *Дорога в один путь, но с полотном под два пути.* Меняется сначала грунт под свободною частью полотна; путь засим передвигается на новое полотно, и производится смена грунта на освобожденном пространстве и т. д.

§ 32. Различные способы смены грунта. Способы замены грунта можно разделить на два главных отдела: а) *Углубление всей выемки с кюветами и откосами;* б) *вынимание грунта только под полотном.* Все же прочие приемы составляют лишь видоизменения в некоторых частностях тех же вышеозначенных двух способов. Первый из сих последних заключается в общих чертах в следующем: полотно в существующей пучинистой выемке данного поперечного профиля срезается на глубину промерзания грунта, при чем одновременно срезаются и откосы выемки и кюветы до соответствия с новым профилем, затем вынутое пучинистое полотно заменяется хорошим балластом или гравием или же насыпается сначала снизу на некоторую высоту щебень или булыжник, а сверху досыпается до полного профиля песком.

Такого рода работы, стоящие весьма дорого, стараются в видах удешевления несколько видоизменять: не срезают, например, откоса выемки, а устраивают подпорную стенку из сухой кладки. Тип последнего рода приема представляет собою работа устранения пучин в выемках 5 и 8 верст Московско-Казанской ж. д. на подъеме к станции Сортировочной (черт. 58). Плывающий грунт под балластом заменен на глубину 0,35 саж. (75 см.) крупным песком, и углублены соответственно кюветы. Под новым полотном через каждые три сажени сделаны поперечные дренажные каменные выпуски. Откосный бок кюветов сделан в виде подпорной стенки из сухой кладки. Мы были лично очевидцами этой работы в 1885 году и в последующую зиму не замечали более пучин на замененной части полотна. Дальнейшее удовлетворительное действие вышеозначенного способа подтвердилось и слишком 9 лет спустя¹⁾. Стоимость способа (около 50 рублей за 1 пог. саж. двупутного полотна), однако, настолько велика, что едва ли можно предсказать ему приобретение особо широких прав гражданства на наших железных дорогах.

Некоторое видоизменение сего способа представляет работа на 78 версте Волочисской ветви Юго-Западных железных дорог. Грунт был вынут под путем и в кюветах на глубину 1,20 сажени (2,57 см.) и заменен щебнем, после чего профиль принял нижеследующий вид (черт. 59). Пучины прекратились совершенно.

¹⁾ См. XII Съездъ Императорскаго Техническаго Вѣдомства, стр. 41.

Более употребителен второй способ: *замены грунта только под путем* с различными видоизменениями:

а) Выемка пучинистого грунта *во всю ширину* полотна и до глубины кюветов. Примером такого приема служит работа, произведенная на 57 версте Краматорской ветви Северо-Донецкой ж. дор., где под путем был выбран до дна кюветов грунт и заменен щебнем. Результат работ получился удовлетворительный.

б) Выемка пучинистого грунта *не во всю ширину* полотна, с устройством поперечных выпусков в кюветы. Такой способ применен между прочим на нижеследующих дорогах:

1. Сызрано-Вяземская ж. д. на 27 версте от Рязска в выемке глубиною 1,60 с. (3.43 м.). Здесь были углублены кюветы. Пучинистый грунт вынут котлованом шириною 1,30 сажени (2.78 м.) на глубину 0,65 (1,40 м.) ниже подошвы рельс (черт. 60) и заменен каменноугольным шлаком с устройством через стенки котлована до кюветов выпусков из сухой бутовой кладки. Результат работ получился удовлетворительный.

2. Сызрано-Вяземская ж. д. В выемке 1076 версты (между станциями Сызрань и Батраки). Выемка среднюю глубиною в 1 пог. сажень. На глубину 0,85 с. (1.82 м.) (черт. 61) ниже подошвы рельс и на ширину 1,50 с. был выбран котлованом весь пучинистый грунт и заменен хорошим балластом. Правый кювет углублен до глубины 0,90 с. (1.93 м.) ниже подошвы рельс, и из котлована сделаны через каждые 5 сажень (10.7 м.) дренажные выпуски шириною 0,50 с. (1.07 м.) из крупнозернистого балласта. В левом кювете (со стороны притока вод) был устроен дренаж указанного на чертеже 54 типа. Весь кювет был вымощен камнем. Результат получился удовлетворительный.

3. Юго-Восточные ж. дор. Кюветы углубляются. Замена грунта производится на глубину около 0,80 сажень (1.71 м.) от подошвы рельс при ширине котлована в 1,45 сажени (3.10 м.), причем *со дна такового делаются поперечные дренажные выпуски в углубленные кюветы*.

4. С.-Петербургско-Варшавская линия Сев.-Зап. ж. д. При глубине кюветов в 0,90 с. (1.93 м.) от подошвы рельс пучинистый грунт вынимается до той же глубины, *с оставлением* призм грунта на бровках полотна и посредине полотна, но при этом делаются прорезы в кюветы через каждые 2 сажени (4.28 м.). При глубине кюветов 0,95 (2.03 м.) грунт вынимается лишь до глубины 0,90 (1.93 м.), и из котлована делаются такие же выпуски, как и в предыдущем случае. По отзыву инженеров вышеозначенной дороги ¹⁾, оставление таких призм не оказывает вредного влияния. В тех случаях, когда глубина кювета была незначительна и имелись бермы в откосе—кюветы углублялись до самой пониженной точки выпусков; если же берм не было, то углубляли кювет, устраивали досчатые дренажи, а затем засыпали поверх таковых щебнем.

5. Варшаво-Тереспольская линия Польских ж. дор. Кюветы углубляются. Грунт заменяется на 0,80 сажени (1.71 м.) хорошим песком, и делаются выпуски в кюветы.

6. Ивангородо-Домбровском участке Польских ж. дор. Тот же способ, но с заменой лишь на глубину 0,50 сажени (1.07 м.).

в) *Выемка грунта под путем не во всю ширину полотна и без устройства какого-либо отвода воды* (в тесном смысле способ котлованов) производится, главным образом, на Николаевской, а также и на С.-Петербурго-Варшавской линии Сев.-Зап. ж. дор.

¹⁾ См. Протоколы Съездов Инженеров Службы Пути. XII и XIII. 1894 и 1895 г.г.

Николаевская ж. д. Начало применения способа относится к 1891 году, где такие работы произведены были на 6 и 7 участках, отличающихся своими пучинами. При этом оказалось, что в тех местах, где пучинистый грунт был заменен балластом, пучины прекратились, но на границе замененного грунта и старого увеличились. Вследствие этого при последующих работах резкой границы между замененным и прежним не оставлялось, что дало хорошие результаты. С тех пор продолжает применяться этот же способ во всех тех местах, где пучины более значительны. При этом дно котлована в полотне *ниже* дна кюветов, выпусков же для воды из котлована не делается. Результат работ, согласно отзыва инженеров дороги, по 6-летнему опыту, получался каждый раз вполне удовлетворительный, т.-е. пучины устранены совсем (черт. 62)¹⁾.

С.-Петербургско-Варшавская линия применяет вышеозначенный способ в тех случаях, когда глубина кюветов не превосходит 0,75 сажени (1.61 м.) от подошвы рельс и не представляется никакой возможности углубить таковые. Тогда грунт вынимается на глубину 0,15 с. (32 см.) *ниже* дна кюветов (т.-е. в общем на 0,90 с. (1.93 м.), но зато во всю ширину полотна.*

§ 33. Способ замены пучинистого грунта глиною. Во всех рассмотренных нами случаях замены пучинистого полотна непучинистым грунтом — материалом замены служил преимущественно крупнозернистый песок, гравий, иногда щебень или булыжник и, наконец, каменно-угольный шлак. Но еще в 1891—1893 г.г. инженер Боровский предложил производить эту замену *глиною*, обосновывая свой взгляд тем, что: 1) если полотно в выемке состоит из однородного грунта, то в нем пучин—горбов не может быть, ибо тогда полотно на протяжении целых верст одинаково изменяется от мороза; 2) глина раз навсегда не допустит под полотно воды—единственной виновницы пучин.

Инженер Боровский подтверждает свой взгляд нижеследующим случаем из своей практики: на крайне пучинистом участке, где он служил, в *одной* лишь той выемке, которая вся состояла из плотной однородной глины, и не было только пучин, тогда как во всех прочих выемках со смешанными грунтами, особенно в присутствии плывунов, везде наблюдались пучины. Глина вышеуказанной выемки была настолько плотна, что поддавалась лишь действию лома.

В виду крайнего интереса, представляемого предлагаемым способом, мы обращались с запросом ко всем главнейшим железнодорожным линиям с просьбою сообщения: не делалось ли где-либо опытов замены пучинистого грунта глиною, но отовсюду получили отрицательный ответ, при чем один лишь автор способа сообщил нам, что Варшавско-Венская дорога в техническом своем заседании решила сделать этот опыт, но засим, по другим соображениям, не произвела его. Не имея посему, к сожалению, достаточного материала, чтобы судить о целесообразности рассмотренного способа на практике, можно тем не менее полагать, что при *безусловной чистоте, однородности* и одинаковой *плотности* глины такой способ может привести к удовлетворительным результатам, так как атомы такой глины кристаллизуются в призмы, плотно прилегающие одна к другой, почему такая глина или совсем не будет вбирать в себя воду или

¹⁾ Выемка грунта на 504 версте.

же (§ 13) весьма медленно и, следовательно, особенно при сколь угодно достаточном отводе главного притока воды—волосность такой глины сведется почти к нулю, а вместе с тем и устранится опасность вспучивания нижних слоев в пределах замерзания грунта. К сожалению, такую идеально чистую, однородную глину вообще найти можно сравнительно редко, а вблизи железных дорог, где сильно развита промышленность, такая глина ценится на вес золота. Вот почему едва ли ошибемся, если скажем, что способу этому, с теоретической точки зрения весьма интересному, нельзя предсказать широкого распространения

§ 34. Стоимость различного рода работ по капитальному ремонту пучин видна из прилагаемой таблицы:

Наименование способа.	Стоимость одной погон. сажени ¹⁾ .				Наименование способа.	Стоимость одной погон. сажени ¹⁾ .			
	От:		До:			От:		До:	
	Р.	К.	Р.	К.		Р.	К.	Р.	К.
I. Отвод воды открытыми канавами.					II. Отвод воды дренажами.				
1. Углубление кюветов до Ос. 33 (71 см.) с дерновкою	—	75	1	50	1. Гончарными дренажами, с засыпкою сверху щебнем, при диаметре труб 2½" — 4" (63—100 мм.). .	3	—	—	—
2. Углубление кюветов до Ос. 50 (1,07 м.) со срезкою откосов выемки, с дерновкою кювета, а откосов выемки—в ленту .	2	—	3	50	2. Цементными с отстойными колодцами . . .	3	50	—	—
3. То же до Ос. 70 (1.50 м.) с замощением дна кювета на мху	8	—	—	—	3. Гончарными дренажами, обложенными фашинами	3	—	—	—
4. Углубление кюветов со срезкою одного лишь откоса и укреплением его контр-форсом из сухой кладки	8	28	—	—	4. Гончарными дренажами, уложенными в досчатый лоток с покрытием такового фашинником и устройством отстойных колодцев	—	—	6	—
5. Углубление кюветов без срезки откосов, с укреплением боков кювета досчатою заборкою за свайки из старых телеграфных столбов . . .	2	69	—	—	5. Каменные дренажи с плитными трубочками .	4	—	5	—
6. То же с обделкою кювета деревянным ряжевым лотком	15	—	16	50	6. Каменные дренажи из штучного камня . . .	6	—	—	—
					7. Фашинные дренажи . .	2	—	2	50
					8. Деревянные дренажи из треугольных трубочек из старых шпал . . .	1	—	2	—

1) По ценам до 1914 г.

¹⁾ По ценам до 1914 г.

Наименование способа.	Стоимость одной погон. сажени.				Наименование способа.	Стоимость одной погон. сажени.			
	От:		До:			От:		До:	
	Р.	К.	Р.	К.		Р.	К.	Р.	К.
III. Покрытие плохими проводниками тепла.					IV. Замена пучинистого грунта не пучинистым.				
1. Увеличение слоя балласта ¹⁾	2	25	—	—	1. Замена ¹⁾ без устройства дре- нажей и отвода	³⁾ 10	—	²⁾ 40	—
2. Подогревание по- лотна навозом	—	25	—	—	2. То же с поперечными дрена- жами и каменною подпорною стенкою	²⁾ 50	—	—	—
					3. То же с заменю пучинистого грунта песком, с поперечными выпусками и продольным дре- нажем в кювете	9	—	—	—
					4. То же с заменю пучинистого грунта угольным шлаком и по- речными дренажами из сухой кладки	7	—	—	—

§ 35. Вспучивание деревянных мостов. В местностях, подверженных сильным морозам, с значительною глубиною промерзания грунта наблюдается „вспучивание“ деревянных мостов, выражающееся в довольно разнообразных видах: вспучиваются средние свайные быки, при чем мост принимает вид *арочного*; вспучиваются некоторые из промежуточных свайных быков или же свайный устой и один из промежуточных быков притом неравномерно—и мост принимает вид *косой плоскости*. В том и другом случае сросты расходятся, шипы выходят из гнезд, прогоны местами в сростах трескаются, перила ломаются, настил отстает, мостовые брусья следуют профилю общего изгиба поверхности моста, а путь делается невозможным для езды.

Явление это чаще всего наблюдается на мостах, построенных над оврагами и логами с верхним слоем почвы, состоящим из ила или торфа, под которым залегают или красная или же, главным образом, серая глина, перерезанные водоносными жилами, проходящими через прослойки пльвуна.

Пучение объясняется тем, что при значительной глубине промерзания, каковая наблюдается в некоторых местностях Севера, напр., в Сибири, а именно до 2¹/₂ сажени (5,35 м.), а иногда и выше, сваи, забитые хотя и глубже вышеуказанной толщи, при замерзании водоносных прослоек, лежащих несколько выше, и вызываемого этим общего выпучивания выше них лежащей почвы, выдергиваются этим выпучиванием, благодаря являющемуся при этом трению, кверху и, в свою очередь, перекашивают, искривляют или приподнимают насадки и прогоны моста. Летом при окончательной осадке пучин (иногда весьма поздно: так, в 1902 г. последние пучины сели около 14 июля) сваи, конечно, садятся вместе с почвою, но не на прежнюю глубину, а всегда несколько выше. Отсюда ежегодно является в общей высоте вспучивания некоторый прирост, дающий в общей сложности крайне

¹⁾ Цена балласта [от 2 р. 50 к. до 8 р. (Юго-Восточные), (Никол. ж. д.) куб.].

²⁾ Два пути.

³⁾ Один путь [цена балласта 2 р. 50 к.—3 р. (Юго-Восточные)].

значительную высоту вспучивания: так, например, на дороге были мосты отверстием 17 м. (8 саж.) со стрелою вспучивания в 1,15 м. (0,54 сажени).

На прилагаемой фотографии (фот. 2) показан мост на 2.234 версте б. Сибирской дороги (между г. Красноярском и г. Канском), где при отверстии моста в 17 м. стрела выпучивания достигает 0,58 м. Мост



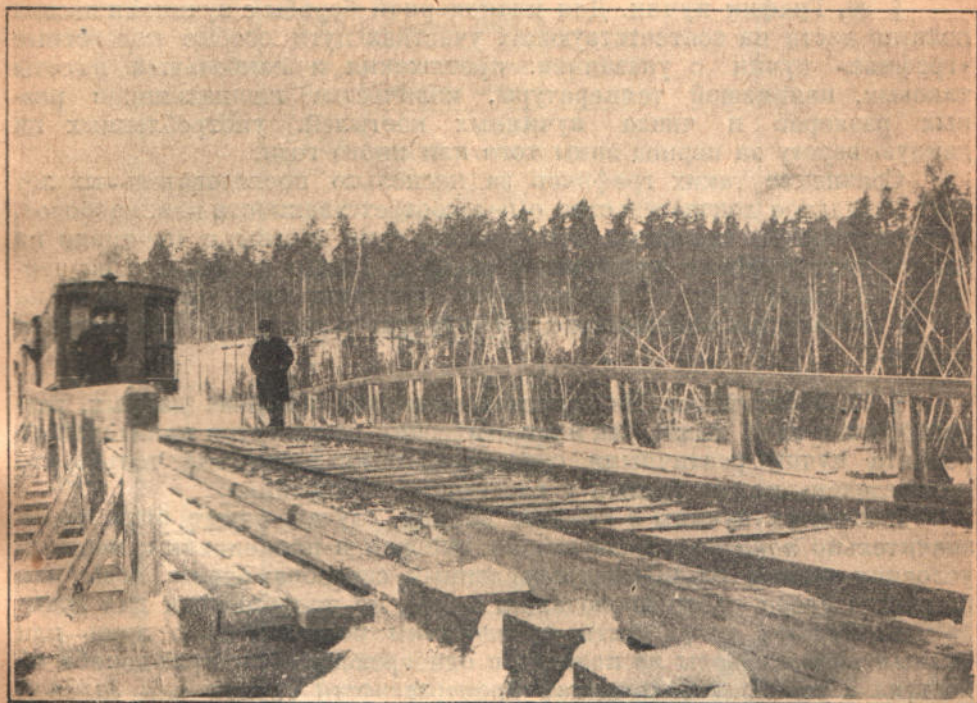
Фотография 2.

этот построен через небольшой ручеек, текущий весной, летом и осенью по надземному своему руслу, а зимою вымерзающий до дна, при чем лед *смерзается с почвой* русла, а вода вследствие сего вынуждена искать себе другого исхода, а именно: опускается до талых подземных прослоек, по которым и течет до наступления весны. Почва под мостом состоит из нижеследующих наслений: *торф* слоем в 0,65 м., засим пласт красной глины в 3,61 м., а под сею последней — *хрящ*. По этому последнему и происходит зимнее течение ручейка. Сваи устоев и быков моста забиты на глубину 7 м. в материк, т.-е.

гораздо глубже промерзания грунта, тем не менее уже около середины ноября начиналось пучение свай средних быков. Вспучивание это росло до середины марта. Засим начиналась постепенная осадка.

На фот. 3 представлен продольный вид другого вспученного моста на 2.895 версте б. Сиб. дороги.

Нетрудно себе представить сколько беспокойства и хлопот представляет уход за подобного рода мостами! Посему изыскивались всякие средства, чтобы, если не совсем, то, по крайней мере, хоть сколько нибудь уменьшить высоту вспучивания. Так, там, где это было возможно по местным условиям, например, в случае мостов, перекинутых



Фотография 3.

через сухие лога, пробовали покрывать поверхность лога вокруг свай как под самими мостами, так и у откосов свай толстым слоем листвы, хвороста, соломы, навоза и т. п. дурно проводящих холод материалов; иногда это правда несколько уменьшало стрелу вспучивания, но *никогда* не уничтожало совсем. В виду сего волею неволею приходилось прибегать к выравниванию пути на мостах при помощи подкладки добавочных сквозных напильников, брусьев, клиньев и т. п. приспособлений до сообщения общему горбу пучины более или менее пологих отводов. Тем не менее, как нетрудно себе уяснить и из фотографий, подвижной состав принужден идти по таким мостам как бы *на подъем*, а затем после перевала через стрелу выгиба—*на спуск*. Впечатление едущего в вагоне таково, что взбираешься как бы на бугорок, а затем «ухаешь» в пропасть.

В виду крайне резких колебаний в температуре, которые наблюдаются на крайнем Севере, неравномерности самого роста пучин, даже суточные границы которого предвидеть нет решительно никакой возможности, увеличивающейся почти с каждым годом тяжести обращающихся на дорогах паровозов, невозможности без значительной доли опаски допустить двойную тягу по таким мостам, следует по мере возможности *вообще избегать* при постройке мостов в вышеуказанных местностях ставить таковые на свайных опорах, а строить сразу каменные основания, устои и быки, хотя бы и с временными деревянными пролетными частями.

§ 36. График пучин. Для планомерной борьбы с пучинами весьма полезно вести на соответствующих участках пути особые поверстные «графики» пучин с указанием: протяжения и наибольшей высоты таковых, наинизшей температуры, количества напальников разных размеров и числа пучинных костылей, употребленных на данную версту за период зимы того или иного года.

Сравнение таких графиков за несколько последовательных лет даст наглядное доказательство о целесообразности или, наоборот, недостаточности принятых дорогою мер для борьбы с пучинами на данной версте. Ниже приводится образец такого графика, а на чертеже 63 изображен в натуральную величину график пучин на 237 и 243 верстах Московского и Петербургского пути Николаевской дороги.

§ 37. Заключение. Из сопоставления как научных данных, рассмотренных нами выше, так и практических результатов капитального ремонта пучин различными способами, обзор коих был только что нами сделан—можно прийти к следующим положениям:

I. *Высота пучины в каждом данном случае может быть всегда значительно понижена* надлежащим выбором в применении к местным условиям одного из вышеперечисленных способов: отвода воды или покрытия слоем, плохо проводящим тепло, но проницаемым для воды.

II. *Пучины могут быть уничтожены* совсем только лишь или *полным отводом* воды из полотна с одновременным преграждением ей доступа к таковому в пределах промерзаемости грунта или *заменю пучинистого грунта* на глубину промерзания грунтом непучинистым.

III. *Если отвод воды со дна котлованов, делаемых при замене грунта, возможен, то не следует пренебрегать и им.*

IV. *При невозможности полного отвода воды из полотна единственною целесообразною мерою следует признать замену пучинистого грунта непучинистым на глубину промерзания грунта.*

ГРАФИК ПУЧИН

с показанием протяжения и высоты пучин на _____ версте (километре) участка пути № _____
в зиму 1921—1922 года.

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Верста (километр)	Низшая температура в градусах Р. (С.)	Высота пучин в м.	Путь I.	Путь II.	№	Общ. количество наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Скользящие наплавники от.....см. до.....см.	Наплавники толщиной от.....см. до.....см.	Наплавники толщиной от.....см. до.....см.	Количество пучин, косящих.	Примечание.
			Протяжение пучин в метрах.		I.	Общ. количество наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Число наплавников.	Общее протяжение пучин.	Скользящие наплавники от.....см. до.....см.	Наплавники толщиной от.....см. до.....см.	Наплавники толщиной от.....см. до.....см.	Количество пучин, косящих.	
				II.																				
				I.																				
				II.																				

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение	3
1. Пучины (определение)	5
2. Разделение пучин	5
3. Время появления и исчезновения пучин	6
4. Высота пучин	7
5. Географическое распространение пучин	7
6. Геологический характер грунтов, свойственных пучинам	8
7. Определение притока воды в плавуне	9
8. Верховые пучины	10
9. Мостовые пучины	11
10. Глубина промерзания грунта	11
11. Зависимость между величиной пучин и горизонтом грунтовых вод	13
12. Определение уровня грунтовых вод	13
13. Гигроскопичность, проницаемость, волосность и водоемкость почвы и связь таковых с пучинами	14
14. Применение данных о промерзаемости почвы, ее волосности и уровне грун- товых вод при предварительных изысканиях к устранению пучин	18
15. Объяснение образования пучин	19
16. Признаки пучин	21
17. Производство наблюдений над пучинами	21
18. Текущий ремонт пучин	22
19. Отводка пучин	24
20. Прикрепление подкладок и напальников	25
21. Материал для деревянных подкладок	25
22. Определение требуемой толщины подкладок на месте работ	26
23. Осадка пучин	26
24. Меры предосторожности при пучинистом пути и работах на таковом	27
25. Капитальный ремонт пучин	27
26. Осушение полотна отведением воды	27
27. Отвод воды дренажами	34
28. Различные виды дренажей и опытные данные о них	35
29. Уменьшение пучин покрытием полотна веществами, свободно пропускающими воду и дурно проводящими тепло	38
30. Устранение пучин в насыпях	40
31. Уничтожение пучин способом замены грунта	41
32. Различные способы смены грунта	45
33. Способ замены пучинистого грунта глиною	47
34. Стоимость различного рода работ по капитальному ремонту пучин	48
35. Вспучивание деревянных мостов	49
36. График пучин	52
37. Заключение	52
Приложение	

Дмоховский, В. К.* Снегодорожные очистители.
Карейша, С. Д. Руковод. по сооружению и исправлению жел. дор.
Любимов, Л. Н. Шпалы и пропитка их, антисептика.
Оппенгейм, К. А.* Общие сведения о жел. дорогах.
Рогинский, Н. О.* Сигнализация, блокировка, цен.ализация.
Тикунов, Б. С.* Водос абжение и канализация.
Харламов, Н. В.* Содержание рельсового пути и стрелочных переводов.
Хмелевский, Н. Д. Пугевая служба.

№ VIII. Сельско-хозяйственная промышленность.

Белянчиков, П., инж. Трактор Мортон. М. 1919 г. 61 стр. 84 рис. Ц. 60 к.
Казачек, Б. Крес ьянская молоти. ка. М. 1922 г. 56 стр. 24 рис. Ц. 35 к.
Лембек - Барш. Двигатель в сельском хозяйстве. Берлин. 1921 г. 142 стр. 118 рис. Ц. 75 к.
Панфилов, Е. И., агрои. Как выбрать и установить глут. М. 1922 г. 67 стр. 83 рис. Ц. 40 к.
Панфилов, Е. И., агрои. Как выбрать и установить рядовую сеялку. М. 1922 г. 40 стр. 24 рис. Ц. 25 к.

№ IX. Текстильная промышленность.

Рутман, Ф. Ю. Справочник по ремизному и бердочному производству. М. 1922 г. 58 стр. 21 рис. Ц. 50 к.
Бухонов.* Угарно-вигоное производство.
Иоксимович, Ч. М. Справочник по текстильному производству.

№ X. Кустарная промышленность.

Хрушев, В. К. Самоучитель шитья обуви. М. 1922 г. 85 стр. 90 рис. Ц. 50 к.
Розанов, С. С. и Курбаков, Ф. П., инж. Атлас лекал для заготовки гражданск. обуви. М. 1922 г. 15 табл. в папке. Ц. 5 р.

№ XI. Обработка пищевых продуктов.

Комаров, Н. С., инж. Хладотехника. М. 1922 г. 248 стр. 81 рис. Ц. 1 р. 30 к.
Рязанцев, А. В., проф. Холодильное дело. М. 1922 г. 106 стр. 35 рис. Ц. 65 к.

№ XIII. Общие и общенаучные движения.

Вознесенский, Н. Н., инж. О машинах вечного движения. М. 1921 г. 56 стр. 21 рис. Ц. 40 к.
Кауфман, А. К. Памятка изобретателя. М. 1921 г. 47 стр. 4 рис. Ц. 25 к.
Шмидт-Гарри. Теория относительности. М. 1922 г. 160 стр. 6 рис.
Якобсон, Гр., инж. Спутник кочегара. М. 1921 г. 95 стр. 8 рис. Ц. 45 к.
Таблицы для перевода русских мер в метрические и обратно. М. 1922 г. 62 стр. Ц. 25 к.
Винкел, Г.* Руководство к универсальной счетной таблице.
Калэ-Карл.* Детали машин в 12 выпусках.

№ XIV. Управление и организация производств.

Беспрозванный, М. М. Современная организация американских заводов. М. 1919 г. 30 стр. Ц. 25 к.
Мюнстерберг, Б., Бехтерев, В. и Меде, Г. Сборник по прикладной психологии. М. 1922 г. 120 стр. 12 рис. Ц. 75 к.
Рабчинский, И. В. О системе Тейлора. М. 1922 г. 88 стр. Ц. 50 к.

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ.

По жел.-дорожному делу, под ред. проф. *К. А. Оппенгейм.*

Бернадский, Л. Н. Земляное полотно.
Егорченко, В. Ф. Паровозы, конструкц. и управл. ими.
Холщевников, М. П. Искусств. железно-дорож. сооружения.
Масленников, С. И. Паровозное хозяйство. Ремонт паровозов.
Ефимович. Вагоны (конструкции их).
Любимов, Л. Н. Производ жел.-дор. изысканий.

По строительному делу, под ред. проф. *Передерия.*

Справочники: 1) Деревянные мосты. 2) Железо-бетонные мосты. 3) Каменные дачи.
 4) Деревянные дома. 5) Железо-бетон. работы. 6) Свайные работы.

По другим отраслям техники составляется 48 справочников.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Книжные магазины:

Москва:

№ 1—Маросейка, д. 7, тел. 2-56-34.

№ 2—Петровка, 10, тел. 1-95-34.

Петроград:

№ 1—Разъезжая, 10